СОДЕРЖАНИЕ

*

	Стр.
От редакции восьмого тома	6
ЛИНИИ СВЯЗИ И СЦБ	9
Проектирование и постройка линий связи и СЦБ (*инж. Снарский А. А. и инж. Марков М. В.*)	9
Защита воздушных и кабельных линий связи (*инж. Марков М. В. и доц. Новиков В. А.*)	159
Текущее содержание и ремонт воздушных и кабельных линий связи (*инж. Пивко Г. М.*)	223
СИГНАЛИЗАЦИЯ, ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ, БЛОКИРОВКА	228
Обзор развития СЦБ на отечественных железных дорогах (*проф., докт. техн. наук Вахнин М. И.*)	228
Классификация и назначение устройств СЦБ (*проф., канд. техн. наук Майшев П. В.*)	229
Сигнализация (*канд. техн. наук Казаков А. А.*)	229
Электрожезловая система Д. С. Трегера (*доц., канд. техн. наук Борисов Д. П.*)	248
Полуавтоматическая блокировка (перегонная) (*доц., канд. техн. наук Борисов Д. П.*)	255
Устройства зависимости сигналов со стрелками (*лауреат Сталинской премии, инж. Шастин В. А.*)	275
Механическая централизация (*доц., канд. техн. наук Борисов Д. П.*)	299
Станционная блокировка (*доц., канд. техн. наук Борисов Д. П.*)	322
Реле, трансформаторы и выпрямители (*лауреат Сталинской премии, доц., канд. техн. наук Рязанцев Б. С.*)	334
Рельсовые цепи (*лауреат Сталинской премии, доц., канд. техн. наук Рязанцев Б. С.*)	362
Автоматическая блокировка (*лауреат Сталинской премии, доц., канд. техн. наук Рязанцев Б. С.*)	377
Автостопы, авторегулировка и локомотивная сигнализация (*доц., канд. техн. наук Ильенков В. И. и доц., канд. техн. наук Котляренко Н. Ф.*)	404
Автоматическая переездная сигнализация (*канд. техн. наук Казаков А. А.*)	424
Электрическая централизация стрелок и сигналов (*инж. Жильцов П. Н.*)	434
Диспетчерская централизация (*инж. Жильцов П. Н.*)	488
Энергоснабжение устройств СЦБ (*инж. Алфёров А. А.*)	509
СВЯЗЬ	539
Виды связи на железнодорожном транспорте и их назначение (*инж. Погодин А. М.*)	539
Теория электрической связи по проводам (*доц. Новиков В. А.*)	541
Телеграфия (*инж. Орлов Н. А. и доц. Новиков В. А.*)	570
Устройства местной телефонной связи (*доц. Беленко К. М., инж. Збар Н. Р., доц. Новиков В. А. и канд. техн. наук Рогинский В. Н.*)	621
Специальные виды внутристанционной телефонной связи (*доц. Новиков В. А.*)	673
Специальные виды железнодорожной телефонной связи (*инж. Погодин А. М.*)	681
Дальняя связь (*доц. Новиков В. А.*)	714
Оборудование узлов дальней телефонной связи (*доц. Новиков В. А., инж. Збар Н. Р., доц., канд. техн. наук Рогинский В. Н., доц. Беленко К. М., инж. Погодин А. М.*)	760
Радиотехника на железнодорожном транспорте (*доц., канд. техн. наук Рамлау П. Н., инж. Анашкин Б. Т., канд. техн. наук Крайзмер Л. П., канд. техн. наук Петров И. И., доц., канд. техн. наук Нелепец В. С.*)	794
Часовое хозяйство (*инж. Шур Б. И.*)	872
Пожарная и охранная сигнализация (*инж. Шур Б. И.*)	879
Электропитание устройств связи железнодорожного транспорта (*инж. Фельдман А. Б.*)	889
ИЗМЕРЕНИЯ (*инж. Снарский А. А.*)	924
ОРГАНИЗАЦИЯ ХОЗЯЙСТВА СЦБ И СВЯЗИ (*лауреат Сталинской премии, доц., канд. техн. наук Рязанцев Б. С. и лауреат Сталинской премии инж. Афанасьев Е. В.*)	961
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	969

ОТ РЕДАКЦИИ ВОСЬМОГО ТОМА

Восьмой том Технического справочника железнодорожника посвящён вопросам электрической связи, сигнализации, централизации и блокировки — их устройства, содержания и ремонта, а также вопросам организации хозяйства и электрических измерений.

Содержание тома отражает достижения отечественных учёных, инженеров, изобретателей и новаторов производства в области науки и техники связи и СЦБ.

При написании восьмого тома ТСЖ были использованы Правила технической эксплоатации железных дорог, действующие технические условия и нормы содержания и ремонта устройств связи и СЦБ, инструкции и приказы Министерства путей сообщения, ОСТ и ГОСТ, а также ряд данных, содержащихся в научно-технической литературе.

Том включает 5 разделов: 1) «Линии связи и СЦБ»; 2) «Сигнализация, централизация и блокировка»; 3) «Электрическая связь»; 4) «Измерения» и 5) «Организация хозяйства сигнализации и связи».

Первый раздел «Линии связи и СЦБ» содержит справочные данные о воздушных и кабельных линиях связи и СЦБ, классификации и типах линий. Здесь же разобраны и описаны конструкции опор воздушных линий связи и СЦБ. Ряд глав этого раздела содержит необходимые справочные данные о материалах, арматуре и оборудовании линий, об устройстве шлейфов, ответвлений и вводов, воздушных переходов и заземлений.

Самостоятельные главы отведены вопросам постройки воздушных и кабельных линий связи и СЦБ; здесь же описаны методы расчётов механической прочности проводов и наиболее употребительные виды опор. Отдельная глава посвящена вопросу механизации работ при постройке и ремонте линий связи и СЦБ.

В главе «Защита линий» описаны методы и средства защиты устройств связи и СЦБ от опасного и мешающего влияния линий сильного тока и атмосферного электричества, здесь же рассмотрены вопросы скрещивания телефонных цепей на воздушных линиях связи и симметрирования кабелей связи и приведены данные по защите подземных кабелей от коррозии.

Во втором разделе СЦБ приведены справочные данные о конструкциях и схемах устройств СЦБ: электрожезловой системы, полуавтоматической и автоматической блокировки, автостопов, автоматической переездной сигнализации, механической и электрической централизации.

В главе «Светотехническая сигнализация» освещаются вопросы светотехники применительно к железнодорожной сигнализации, рассматриваются конструкции линзовых и прожекторных светофоров, их сигнальные показания на станциях и перегонах, а также устройство семафоров и предупредительных дисков и способы управления ими.

В главе «Электрожезловая система» описываются конструкции и приводятся основные данные и схемы включения электрожезловых аппаратов Д. С. Трегера.

В главе «Полуавтоматическая блокировка» описаны конструкции и схемы полуавтоматической блокировки, применяемые на железных дорогах СССР, включая новейшие системы.

Глава «Устройства зависимости сигналов со стрелками» содержит описание конструкции и основные данные о контрольных стрелочных замках, маршрутно-контрольных устройствах системы лауреата Сталинской премии инж. Е. Е. Наталевича, а также системы В. А. Григорова.

Глава отражает новую технику, созданную советскими специалистами в этой области, значительно повысившую эксплоатационные качества устройств ключевой зависимости.

Глава «Механическая централизация» включает данные и расчёты по гибкой передаче, поворотным шкивам, а также описание конструкций стрелочных и сигнальных рычагов, приводозамыкателей и устройств, взаимозамыкание стрелок и сигналов.

В главе «Станционная блокировка» даны характеристики постовых аппаратов, ящиков зависимости и схемы включения.

В главе «Реле, трансформаторы и выпрямители» изложены принципы работы, описаны конструкции и указаны все необходимые данные по применяемым в автоблокировке, электрической централизации и других устройствах СЦБ реле, маломощным низковольтным трансформаторам и сухим выпрямителям.

В главе «Рельсовые цепи» классифицированы и описаны применяемые на железных дорогах рельсовые цепи, являющиеся основой современных устройств СЦБ, приведены краткие характеристики элементов, входящих в рельсовые цепи, и изложены основы расчёта рельсовых цепей.

В главе «Автоматическая блокировка» рассматривается классификация систем автоблокировки, применяемой на железных дорогах в качестве основного наиболее современного способа сношений по движению поездов. В главе указаны принципы расстановки сигналов, даны краткие описания схем автоблокировки и характеристики применяемого в ней оборудования.

Описанию, характеристикам и схемам автоматических устройств, предназначенных для предотвращения проезда закрытых сигналов и облегчения условий вождения поездов, посвящена глава «Автостопы, авторегулировка и локомотивная сигнализация».

Глава «Автоматическая переездная сигнализация» включает классификацию переездов по интенсивности их работы и по оборудованию устройствами ограждения. Приводятся сведения по устройству механизированных шлагбаумов и аварийной переездной сигнализации, рассматриваются принципы действия и схемы автоматической переездной сигнализации и автошлагбаума. Кроме того, описываются устройства автоматической сигнализации на пересечениях трамвая с железнодорожными линиями, а также тоннельная и мостовая автоматическая сигнализация.

В главах «Электрическая и диспетчерская централизация» описаны аппаратура и схемы централизации, даны технические нормы по приборам, а также приведены указания по содержанию устройств централизации, включая установку электроприводов и электрозамков на стрелках.

В главе «Электрическая централизация стрелок и сигналов» даются сведения по механо-электрической, электрозащёлочной, релейно-шаговой централизации и чисто релейным системам централизации.

Глава «Диспетчерская централизация» включает справочные данные по диспетчерской централизации временного кода типов ДВК-1 и ДВК-2.

В главе «Энергоснабжение устройств СЦБ» дана классификация систем питания автоблокировки, схемы питающих пунктов и характеристики применяющегося в них оборудования. Помимо этого в главе приведены характеристики электростанций, источников питания постоянным током, схемы и характеристики систем питания электрической централизации, а также даны основы расчёта высоковольтных линий автоблокировки.

Третий раздел «Связь» содержит справочные данные по устройствам электрической проводной и радиосвязи, их содержанию и ремонту.

В главе этого раздела «Виды связи на железнодорожном транспорте и их назначение» дана классификация общей служебной связи, связи магистрального и дорожного значения и внутристанционной связи.

В главе «Теория электрической связи по проводам» приведены основные сведения по вопросам теории передачи по однородным и неоднородным линиям связи, параметрам однородных линий, линиям с повышенной индуктивностью, удлинителям, электрическим фильтрам, выравнивателям, искусственным линиям затухания и переходным трансформаторам.

В главе «Телеграфия» указаны основные сведения о телеграфной связи железнодорожного транспорта, об аппаратуре и оборудовании телеграфных станций, а также о проектировании телеграфных связей.

В главе даны также элементы проектирования телеграфных связей и необходимый справочный материал по аппаратуре тонального телеграфирования, по абонентской телеграфной связи, широко внедряемых на железнодорожном транспорте в послевоенный период.

В главе «Местная связь» описывается конструкция новых телефонных аппаратов МБ и ЦБ, внедрённых в эксплуатацию, а также универсальных соединительных линий между телефонными станциями ручного обслуживания; указаны основные элементы проектирования ручных телефонных станций, их монтажа и комплектования. Сжато приведены необходимые сведения о машинных АТС и особое внимание обращено на внедряемые в настоящее время шаговые АТС, изготовляемые отечественной промышленностью, материал по которым дан достаточно полно. Даны сведения по новым коммутаторам, выпускаемым отечественной промышленностью в настоящее время, а также о коммутаторах междугородной связи, работающих совместно с местными станциями систем ЦБ $\times 2$ и ЦБ $\times 3 \times 2$.

В главе «Специальные виды железнодорожной телефонной связи» основное внимание уделено специальной аппаратуре, наиболее широко используемой на сети связи железнодорожного транспорта в настоящее время. Даны технико-эксплоатационные характеристики этих видов связи и указаны важнейшие электрические данные, от-

носящиеся к соответствующей аппаратуре. Кроме того, рассмотрен комплекс модернизированной заводом Транссвязь аппаратуры избирательной и симплексной связи.

Также даны указания по эксплоатации аппаратуры специальных видов связи, нормативы, расчётные формулы и графики, необходимые для проектирования.

Глава «Дальняя телефонная связь» включает справочные данные по оборудованию телефонных каналов тональной частоты, балансным контурам и цепям, оборудованию каналов высокочастотного телефонирования; здесь же приводятся основные нормы передачи для телефонных каналов тональной и высокой частот, методика электрических расчётов и даются указания по электрической проверке, регулировке и проектированию дальней связи.

В главе «Оборудование узлов дальней телефонной связи» приведены справочные данные, относящиеся к междугородным коммутаторам и телефонным станциям ручного обслуживания, а также сведения, относящиеся к междугородной автоматической телефонной связи. Кроме того, в этом разделе подробно рассмотрены вопросы, касающиеся организации и монтажа линейно-аппаратных залов, приведены технико-эксплоатационные характеристики коммутационной и вспомогательной аппаратуры ЛАЗ, даны основные указания по проектированию узлов дальней телефонной связи. В части оборудования ЛАЗ в разделе рассмотрена коммутационная аппаратура, выпускаемая как заводами Министерства путей сообщения,так и предприятиями Министерства промышленности средств связи и Министерства связи.

Глава «Радиотехника» содержит данные по электронным приборам, радиопередающим и радиоприёмным устройствам, по передающим и приёмным радиостанциям и импульсной технике. В главе приведены основные данные и характеристики радиостанций ЖР-1 и ЖР-2, а также данные по внутристанционной, поездной и громкоговорящей связи.

В главе «Часовое хозяйство» даются характеристики механических и электрических часов, получивших большое распространение на железных дорогах СССР.

В главе «Пожарная и охранная сигнализация» указаны принципы построения сети пожарной сигнализации, принципиальные схемы, краткое описание и технические характеристики аппаратов лучевой и шлейфной систем.

В этой главе также описываются приборы, применяемые для акустической сигнализации, и их характеристики, приводятся указания по установке и проверке приборов водокачальной сигнализации системы Д. С. Трегера (контактного прибора и указателя уровня воды).

В главе «Электропитание узлов связи» описываются электропитающие установки и их электрические характеристики, указываются данные по проектированию и даются указания по техническому обслуживанию устройств. Особое внимание уделяется описанию новейших электропитающих устройств и способов их применения, а также описанию принципов проектирования комплексиых электропитающих установок для узлов связи железнодорожного транспорта. Приведённый материал содержит ряд данных, которые могут принести большую пользу при проектировании комплексных электропитающих установок для узлов связи железных дорог.

В разделе «Организация хозяйства сигнализации и связи» описано организационное построение служб и дистанций сигнализации и связи, приведены основные положения технологических процессов обслуживания и освещены другие вопросы, связанные с техническим содержанием и эксплоатацией устройств СЦБ и связи.

В разделе указаны также система и сроки поверок по техническому содержанию устройств СЦБ, не нашедшие отражения в предыдущих главах.

Методам электрических измерений линейных и станционных устройств связи и СЦБ постоянным и переменным током посвящён раздел «Измерения». Особое внимание здесь уделено вопросу определения характера и мест повреждений в воздушных и кабельных линиях. Дана специальная глава, в которой описываются измерения блуждающих токов в подземных кабельных сооружениях связи и СЦБ.

Кроме этого, рассмотрены методы измерений собственного и рабочего затухания четырёхполюсников, усиления промежуточных усилителей, уровней передачи и остаточного затухания телефонных цепей и каналов связи. Изложены методы измерения, применяемые при симметрировании кабелей, методы измерения мешающих влияний в телефонных цепях и каналах, а также измерения переходного затухания между телефонными цепями.

Учитывая, что настоящий том ТСЖ не может служить исчерпывающим руководством, в конце каждого раздела приведён краткий указатель основной литературы и важнейших первоисточников, пополняющих приведённые в томе материалы.

Редакция восьмого тома ТСЖ просит читателей все замечания и пожелания направлять в Трансжелдориздат.

ЛИНИИ СВЯЗИ И СЦБ

*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПОСТРОЙКА ЛИНИЙ СВЯЗИ И СЦБ

ВВЕДЕНИЕ

В общем комплексе устройств связи и СЦБ железнодорожного транспорта весьма ответственную роль играют линейные сооружения, так как от их устойчивости и способности противостоять любым неблагоприятным метеорологическим условиям зависит нормальная и безаварийная работа связи и сигнализации.

По конструкции линии связи и СЦБ делятся на воздушные и кабельные.

Основными элементами воздушных линий являются:

1) столбовая линия, состоящая из простых и сложных опор;

2) арматура для крепления проводов на опорах (крюки, траверсы со штырями, изоляторы и др.);

3) провода — стальные, медные и биметаллические.

Основными элементами кабельных линий являются:

1) кабель, представляющий собой несколько проводников (жил), скрученных вместе и изолированных как друг от друга, так и от свинцовой оболочки;

2) кабельная арматура, состоящая из оконечных и промежуточных (соединительных) муфт, боксов, распределительных коробок, кабельных ящиков и др.;

3) кабельные сооружения, к которым относятся кабельные будки, киоски, кабельная канализация, распределительные шкафы и т. п.

ВИДЫ ЛИНИЙ СВЯЗИ И СЦБ

ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ

Линии связи

На опорах воздушных линий связи подвешивают телефонные и телеграфные провода, а также провода полуавтоматической блокировки, электрожезловой сигнализации и других видов электрической сигнализации.

На малопроводных линиях провода подвешивают на крюках, а на линиях многопроводных — на траверсах; в отдельных случаях применяется смешанный профиль линии (одна или две восьмиштырные траверсы и крюки).

Для единообразия, а также для правильного осуществления системы скрещивания проводов каждого профиля опор воздушной линии связи (фиг. 1) разработано типовое расположение цепей и проводов на опорах (табл. 1).

Во всех приведённых типовых решениях номер места, обозначенный цифрой, соответствует той или иной двухпроводной телефонной цепи, предназначенной для определённого вида связи. Две телеграфные однопроводные или одна телеграфная и одна сигнализационная однопроводные цепи должны располагаться рядом и занимать определённое место; при наличии на опоре всего лишь одной телеграфной цепи второй крюк или штырь данного места должен остаться свободным впредь до подвески второй однопроводной цепи.

Провода двухпроводных телефонных цепей во всех случаях располагают рядом и по одной стороне опоры.

Для многопроводных линий с тремя траверсами и более расположение цепей на опорах определяется по специальным проектам.

Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки

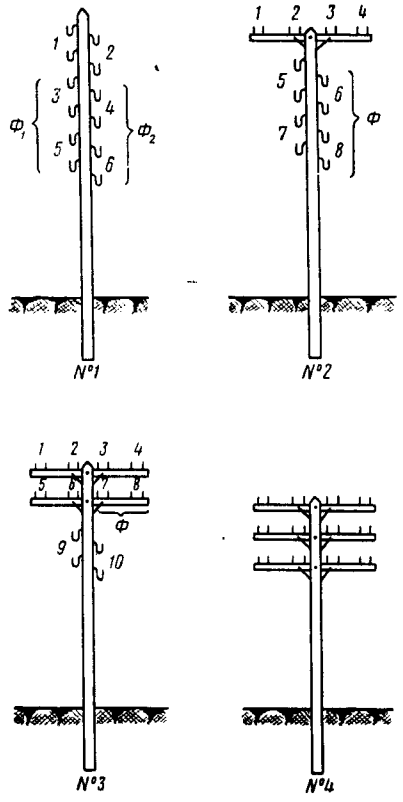
На участках железных дорог, оборудуемых устройствами автоблокировки со смешанной системой электропитания и системой питания переменным током, вдоль железнодорожного полотна строится самостоятельная воздушная линия, называемая высоковольтно-сигнальной. На опорах этой линии подвешивают провода трёхфазной силовой цепи с линейным напряжением 6 000 *в* и сигнальные провода (фиг. 2).

Три высоковольтных провода силовой цепи подвешивают в верхней части опоры, размещая их по вершинам равностороннего треугольника; для этой цели один провод

Таблица 1

Типовое расположение цепей и проводов для различных профилей опор линий связи

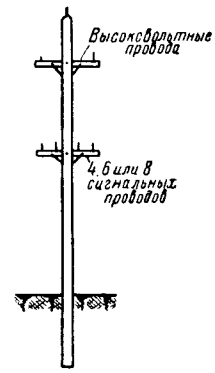
Наименование цепей и проводов	Места цепей и проводов на опорах. Номера профилей			
	1	2	3	4
Цепь (цветная) магистральной телефонной связи или стальная цепь дальней телефонной связи	1	1	1	По индивидуальным проектам
Цепь дальней телефонной связи	3, 5	2, 5	2, 6, 10	
Цепь дорожной телефонной связи (ДГП)	—	4	4	
Цепь постанционной телефонной связи	6	8	7	
Цепь поездной диспетчерской телефонной связи	4	6	5,8	
Цепь линейно-путевой телефонной связи	—	7	9	
Телеграфный провод	2	3	3	
Провод жезловой сигнализации или межстанционной связи	2	3	3	
Цепь искусственная (фантомная) дальней телефонной связи (Ф — на фиг. 1)	3-5 или 4—6	6-8	7—8	



Фиг. 1. Профили опор воздушных линий связи

подвешивают на так называемом верхушечном штыре, а два других—по концам двухштырной траверсы.

Сигнальные провода подвешивают под высоковольтными проводами, причём в зависимости от числа сигнальных проводов применяют четырёхштырные, шестиштырные или восьмиштырные траверсы. На подходах к станциям при необходимости подвешивать большее количество сигнальных проводов опоры оснащают двумя сигнальными траверсами.



Фиг. 2. Профили опор высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки

Объединённые линии связи и СЦБ

Целью постройки объединённых линий связи и СЦБ (вместо двух самостоятельных воздушных линий — линий связи и высоковольтно-сигнальной) является стремление уменьшить материальные и денежные затраты, а также сократить ежегодные эксплоатационные расходы по текущему содержанию и ремонту линейных сооружений.

Объединённые линии создаются при строительстве автоблокировки на базе существующих воздушных линий связи, опоры которых используются для дополнительной подвески на них силовых и сигнальных проводов автоблокировки.

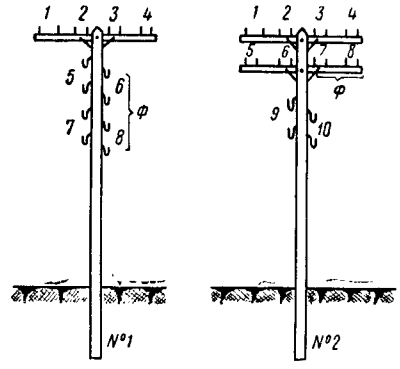
Вместо трёхфазной силовой цепи с линейным напряжением 6 000 *в*, как это принято при постройке самостоятельных высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки, на объединённых линиях подвешивается двухпроводная силовая цепь, причём для соблюдения требований техники безопасности напряжение в цепи принимается равным 500 *в*. Для того чтобы при таком напряжении можно было получать длины плеч питания порядка 50 *км*, для силовой цепи применяют медные провода диаметром 4 *мм*.

Для защиты телефоиных цепей от мешающего влияния силовой цепи автоблокировки на объединённых линиях устраивают скрещивания проводов силовой цепи по схемам, увязаиным со схемой скрещивания телефонных цепей.

Для подвески проводов силовой цепи на существующей линии связи с крюками в верхней части опор пришивают восьмиштырную траверсу (профиль № *1*, фиг. 3); при этом силовую цепь размещают на крайнем месте траверсы, обычно со стороны поля. Расстояние между проводами силовой цепи принимают равным 35 *см* (вместо 20 *см*, принятых для проводов связи).

На существующих линиях связи с траверсами для подвески силовой цепи автоблокировки освобождают крайнее место со стороны поля на верхней траверсе (профиль № *2*, фиг. 3).

Типовое расположение цепей и проводов на опорах объединённых линий связи и СЦБ приведено в табл. 2.



Фиг. 3. Профили опор объединённых линий связи и СЦБ

Таблица 2

Типовое расположение цепей и проводов для различных профилей опор объединённых линий связи и СЦБ

Наименование цепей и проводов	Места цепей и проводов на опорах	
	Номера профилей	
	1	2
Цепь силовая автоблокировки	1	1
Цепь межстанционной телефонной связи	5	2
Провода сигнальные автоблокировки	2	5
Провод сигнальный автоблокировки и телеграфный провод	3	6
Провода телеграфные	—	3
Цепь (цветная) магистральной телефонной связи или стальная цепь дальней телефонной связи	4	4
Цепь постанционной телефонной связи	8	7
Цепь поездной диспетчерской телефонной связи	6	8
Цепь дальней телефонной связи или связи ДГП	7	10
Цепь линейно-путевой телефонной связи	—	9
Цепь искусственная дальней телефонной связи	6—8	7—8

КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ

По способу прокладки кабельные линии (как связи, так и СЦБ) подразделяются на подземные, подводные и воздушные.

Линии связи

По характеру использования кабельные линии связи железнодорожного транспорта разделяются на местные и междугородные.

Местные кабельные линии прокладывают на территории крупных железнодорожных станций и узлов, а также в городах, являющихся местонахождением управлений дорог; совокупность кабельных линий в каждом из перечисленных пунктов образует местную сеть, предназначенную для организации связи между абонентами данной станции или узла.

Междугородные кабельные линии служат для организации связи между различными пунктами железнодорожной сети (управление, отделение, узловая, сортировочная или промежуточная станции).

К самостоятельной группе следует отиести кабельные вставки в воздушные линии на территории крупных железнодорожных станций, на переходах через реки, на пересечениях с линиями высокого напряжения и полотном электрифицированных железных дорог и т. п., а также кабельные вводы в здания станций.

Линии СЦБ

По своему назначению в хозяйстве СЦБ различают кабельные линии и сети:

1) электрической централизации;
2) автоблокировки;
3) станционной блокировки;
4) горочной автоматической централизации.

По характеру использования в тех или иных видах устройств СЦБ самые кабели подразделяются на сигнальные, контрольные, педальные и силовые. Первые три вида кабелей применяют для передачи по ним электрического тока, управляющего различными приборами СЦБ, а также для осуществления электрического контроля за состоянием и положением приборов СЦБ.

Силовые кабели служат для передачи и распределения электрической энергии, питающей устройства СЦБ.

КЛАССИФИКАЦИЯ И ТИПЫ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ И СЦБ

Линии связи

Воздушные линии связи по своему значению разделяются на три класса.

Первый класс — линии, связывающие МПС с управлениями дорог, а также последние между собой.

Второй класс — линии, связывающие управления дорог с отделениями и последние между собой, а также внутриотделенческие линии.

Третий класс — линии местной (внутристанционной) связи.

В зависимости от метеорологических условий района воздушные линии связи строятся четырёх типов (табл. 3 и 4).

Отнесение линий связи к одному из указанных типов производится на основании данных об интенсивности гололёда и изморози в той местности, по которой проходит трасса линии.

Таблица 3

Типы воздушных линий связи

Тип линии	Длина пролёта в *м*	Характеристика (метеорологические условия) района
О	50	Негололёдный или гололёдный с толщиной стенки льда на проводе до 5 *мм* включительно
Н	50	Гололёдный с толщиной стенки льда на проводе до 10 *мм* включительно, а также при наличии изморози с толщиной стенки более 20 *мм*
У	40	То же, с толщиной стенки льда на проводе до 15 *мм* включительно
ОУ	35	То же, с толщиной стенки льда на проводе до 20 *мм* включительно

Таблица 4

Основные данные воздушных линий связи

Количество проводов	Номер профиля (табл. 1)	Общая длина опоры в *м* при габарите нижнего провода по отношению к земле		Наименьший диаметр опор в вершине в *см* для линий типа			
		2,5 *м*	3,0 *м*	О	Н	У	ОУ
При расстоянии между крюками 40 см							
6	1	—	6,5	12	14	—	—
8	1	6,5	—	12	14	—	—
10	1	—	7,5	12	15	—	—
12	1	7,5	—	12	15	—	—
16	1	8,5	8,5	14	17	—	—
При расстоянии между крюками 60 см и при подвеске на траверсах							
4	1	—	6,5	—	—	12	13
6	1	6,5	—	—	—	12	13
8	1	7,5	7,5	—	—	13	15
10	1	8,5	8,5	—	—	15	16
16	2	7,5	8,5	14	17	18	20
20	3	7,5	7,5	15	18	19	21
24	4	6,5	6,5	16	18	19	22
32	4	7,5	7,5	18	22	—	—
40	4	7,5	8,5	20	25	—	—

Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки

Воздушные высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки в зависимости от метеорологических условий района прохождения трассы линии строят трёх типов (табл. 5 и 6).

Таблица 5

Типы высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки

Тип линии	Длина пролёта в *м*	Характеристика (метеорологические условия) района
Н	50	Негололёдный или гололёдный район с толщиной стенки льда на проводе до 10 *мм* включительно
У	40	Гололёдный с толщиной стенки льда на проводе до 15 *мм* включительно
ОУ	35 и 40	То же, с толщиной стенки льда более 15 *мм*

Таблица 6

Основные данные высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки

Тип линии	Местонахождение линии	Габарит по отношению к земле в *м*		Число проводов		Длина пролёта в *м*	Общая длина промежуточной опоры в *м*	Наименьший диаметр опор в вершине в *см*
		высоковольтных проводов	сигнальных проводов	сигнальных диаметром 4 *мм*	высоковольтных диаметром 5 *мм*			
Н	Перегон	5,0	2,5	До 8	3	50	8,5	16
	Станция	6,0	3,0	» 8	3	50	9,5	17
У	Перегон	5,0	2,5	» 8	3	40	8,5	16
	Станция	6,0	3,0	» 8	3	40	9,5	17
ОУ	Перегон	5,0	2,5	» 8	3	35	8,5	16
		5,0	2,5	» 8	3	40	9,0	17
	Станция	6,0	3,0	» 8	3	35	9,5	18
		6,0	3,0	» 8	3	40	10,0	19

Отнесение высоковольтно-сигнальной линии к одному из трёх указанных в табл. 5 типов производят на основании данных метеорологических наблюдений в районе прохождения трассы линии.

Объединённые линии связи и СЦБ

Для объединённых линий приняты те же основные данные, которые установлены для воздушных линий связи (табл. 3 и 4); при определении высоты опор необходимо лишь учитывать габариты проводов силовой цепи по отношению к земле.

МАТЕРИАЛЫ И АРМАТУРА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

Проволока, тросы (канаты) и провода

Для подвески на воздушных линиях применяют линейную проволоку: стальную, биметаллическую и медную (табл. 7 и 8).

По условиям механической прочности для воздушных линий связи установлен наименьший диаметр линейной проволоки, зависящий от типа линии связи (табл. 9).

Для подвески сигнальных проводов на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки независимо от типа линии, а также на объединённых линиях применяют стальную линейную проволоку диаметром

Таблица 7

Линейная проволока для воздушных линий

Материал проволоки	Диаметр в *мм*	Предел прочности в *кг/мм²* не менее	Относительное удлинение в % не менее	Проволока должна выдерживать: перегибов на 180° не менее	Проволока должна выдерживать: при радиусе закругления губок в *мм*	Электрическое сопротивление постоянному току 1 *км* провода при 20° С в *ом* не более	Наименьший вес мотка (бухты) проволоки в *кг*	Внутренний диаметр мотка в *мм*	Нормы расхода линейной проволоки на 1 проводо-километр в *кг*
Стальная	5	37	10	—	—	7,03— 7,43*	50	500÷700	155
	4	37	10	—	—	10,98—11,61	40	500÷700	100
	3	37	10	—	—	19,52—20,65	25	300÷600	56
	2,5	37	10	—	—	28,11—29,74	20	300÷600	39
	2,0	65	—	8	5	43,92—46,47	20	300÷600	25
	1,5	65	—	10	5	78,10—82,63	10	300÷600	14
Биметаллическая	4	75	1,5	8	10	3,8	40	500÷700	106
	3	75	1,5	8	7,5	6,7	25	300÷600	—
	2	75	1,5	12	5	20	15	300÷600	—
	1,5	75	1,5	12	5	28,5	10	300÷600	—
	1,2	75	1,5	16	5	32	10	300÷600	—
Медная	4	42	1,2	6,5	10	1,42	50	350÷700	113
	3,5	42,5	1,2	8	10	1,85	48	350÷700	86,5
	3	43	1,2	8,5	10	2,52	35	350÷700	64
	2,5	43	1,2	12	10	3,63	25	350÷700	—

* Первая цифра электрического сопротивления указана для обычной стальной линейной проволоки, а вторая для медистой с присадкой меди 0,2÷0,4%.

Таблица 8

Физические и механические свойства линейиой проволоки

Физические и механические свойства проволоки	Условное обозначение	Единица измерения	Проволока: стальная	Проволока: медная	Проволока: биметаллическая
Удельный вес	γ	$\frac{г}{см^3}$	7,85	8,89	—
Коэфициент температурного линейного расширения	α	—	$12 \cdot 10^{-6}$	$17 \cdot 10^{-6}$	$12 \cdot 10^{-6}$
Модуль упругости	E	$\frac{кг}{мм^2}$	$20 \cdot 10^3$	$10 \cdot 10^3$	$19 \div 20 \cdot 10^3$
Коэфициент упругого удлинения	β	—	$50 \cdot 10^{-6}$	$77 \cdot 10^{-6}$	$52{,}5 \cdot 10^{-6}$
Предел прочности при растяжении	$\sigma_{пр}$	$\frac{кг}{мм^2}$	37—65	42—43	75
Удельное электрическое сопротивление при температуре 20° С	ρ	$\frac{ом \cdot мм^2}{м}$	0,138÷ ÷0,146*	0,01784	—
Температурный коэфициент изменеиий электрического сопротивления постоянному току на 1° С	$\Delta\rho$	—	0,00455	0,00393	0,0041

* Первая цифра относится к обычной линейной проволоке, а вторая к медистой с присадкой меди от 0,2 до 0,4%.

Таблица 9

Наимеиьший диаметр примеияемой проволоки

Материал проволоки	Наименьший диаметр линейной проволоки в *мм*	
	Линии типа	
	О и Н	У и ОУ
Сталь	3	4
Биметалл	3	4
Медь	3	4

4 *мм*. Для подвески проводов силовой цепи на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки применяют стальную линейную проволоку диаметром 5 *мм*, а на объединённых линиях — медную линейную проволоку диаметром 4 *мм*.

Для перевязки линейных проводов иа изоляторах применяют перевязочную проволоку. Спаечную проволоку применяют для соединения отдельных коицов высоковольтных проводов на высоковольтно-сигнальных линиях, а также при устройстве различного рода специальных вязок.

Таблица 10

Основные данные о перевязочной и спаечной проволоке

Материал проволоки	Диаметр проволоки в *мм*	Проволока применяется для перевязки линейных проводов: материал	Проволока применяется для перевязки линейных проводов: диаметр в *мм*	Предел прочности в *кг/мм²* не менее	Число перегибов на 180° (при радиусе губок 5 *мм*) не менее	Число скручиваний на 360° на длине 200 *мм* не менее	Минимальный вес мотка проволоки в *кг*
Стальная	2,5	Стальных	4 и 5	—	13	18	20
	2,0	»	3	—	15	20	15
	1,4	»	2,5÷1,5	—	17	25	10
Стальная спаечная	1,0	»	—	—	18	25	5
Медная	2,5	Медных и биметаллических	3,5—4	21	—	—	25
	2,0	То же	3	21	—	—	20
	1,5	»	2,5	21	—	—	20
	1,2	»	1,5—2	21	—	—	15
Медная спаечная	1,0	»	—	21	—	—	15

Примечание. Для перевязки медных и биметаллических проводов может применяться мягкая (отожжённая) биметаллическая проволока тех же диаметров, что и медная.

Таблица 11

Нормы расхода перевязочной проволоки

Назначение линии	Линейный провод: диаметр в *мм*	Линейный провод: материал	Перевязочная проволока: Диаметр в *мм*	Длина кусков перевязочной проволоки в *см*: для опор на прямой линии	Длина кусков перевязочной проволоки в *см*: для угловых опор	Расход перевязочной проволоки в *кг* на 1 проводо-километр: Длина пролётов в *м*: 62,5	50	40	35
Линии связи и объединённые линии	5	Сталь	2,5	2×65	2×65	0,72	0,9	1,08	1,26
	4	»	2,5	2×55	2×55	0,72	0,9	1,08	1,26
	3	»	2,0	2×55	2×55	0,48	0,6	0,72	0,84
	4 и 3,5	Медь и биметалл	2,5	2×55	2×55	0,8	1,0	0,72	0,84
	3	То же	2	2×55	2×55	0,48	0,6	1,2	1,4
Высоковольтно-сигнальные линии	5	Сталь	2,5	2×65	4×70	—	1,175	1,425	1,60
	4	»	2,5	2×55	4×55	—	0,975	1,185	1,335

Таблица 12

Стальные тросы

Материал троса	Наименование троса	Число проволок в тросе	Диаметр каждой проволоки в *мм*	Общий диаметр троса в *мм*	Площадь сечения всех проволок троса в *мм²*	Предел прочности троса в *кг/мм²*
Сталь	1×7—4,2	7	1,4	4,2	10,8	120÷140
	1×7—6,0	7	2,0	6,0	22	120÷140
	1×7—6,6	7	2,2	6,6	22,6	120÷140
	1×7—7,8	7	2,6	7,8	37,2	120÷140
	1×7—9,0	7	3,0	9,0	49	120÷140
Бронза	ПАБО—10	—	—	4,6	10	75
	ПАБО—25	—	—	7,4	25	72

Основные данные о перевязочной и спаечной проволоке приведены в табл. 10.

Нормы расхода перевязочной проволоки на 1 проводо-километр линейного провода приведены в табл. 11.

В местах пересечений воздушных линий связи и СЦБ с контактными проводами электрических железных дорог, трамвая и троллейбуса, на переходах через реки, а также в удлинённых пролётах в качестве линейных проводов применяют стальные тросы (табл. 12) и многопроволочные антенные бронзовые провода.

Для ввода в здания и в кабельные ящики проводов уплотнённых цепей из цветного металла на линиях связи применяют кабель марки СРГ и экранированный провод; ввод неуплотнённых цепей осуществляют проводом марки ПРГ или ПРЖ (табл. 13).

Таблица 13

Провода и кабели, применяемые для устройства вводов

Марка	Характеристика провода или кабеля	Номинальное сечение в *мм*²	Наружный диаметр изолированного провода или кабеля в *мм*²
ПРГ или ПР	Одна медная жила, покрытая вулканизированной резиной и заключённая в оплётку из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной компаундом	1,0 1,5	3,0—3,4 3,3—3,7
ПРЖ	То же, но жила из железных проволок . . .	1,5 2,5	3,9 4,8
СРГ	Кабель одножильный с резиновой изоляцией освинцованный, голый	1,0 1,5	5,1 5,4

Изоляторы

На воздушных линиях применяют фарфоровые изоляторы типа ТФ (фиг. 4) и ШС-6 (фиг. 5), а также стеклянные изоляторы типа ТС, размеры которых соответствуют размерам изоляторов ТФ (табл. 14).

Для оборудования ввода проводов связи применяют вводные изоляторы (фиг. 6) типов ВБ и ВМ.

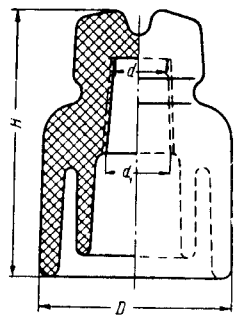
Столбы

Столбы для воздушных линий изготовляют из следующих пород дерева: лиственницы, сосны, кедра, ели, пихты и дуба.

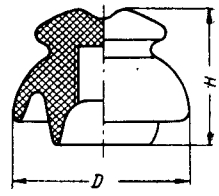
Приставки к столбам, как правило, изготовляют из лиственницы, сосны и кедра.

Применение столбов из пихты, а также приставок из ели и пихты допускается, как исключение, лишь в тех случаях, когда снабжение производится из местных лесных насаждений.

Размеры столбов и приставок приведены в табл. 15.



Фиг. 4. Изоляторы типов ТФ и ТС

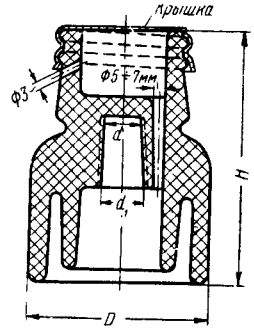


Фиг. 5. Изолятор типа ШС-6

Объём древесины столбов в зависимости от их длины и диаметра в верхнем отрубе приведён в табл. 16, а вес сосновых полусухих столбов (удельный вес 0,6)—в табл. 17.

Крюки

На малопроводных линиях связи применяют стальные крюки типа КН (фиг. 7, табл. 18).



Фиг. 6. Вводный изолятор

Для скрещивания проводов стальных телефонных цепей при подвеске их на траверсах применяют подвесные крюки. Общий вид подвесных крюков для деревянных и стальных траверс приведён на фиг. 8.

Таблица 14

Основные размеры и область примеиения изоляторов

Назначение линии	Тип изолятора	Область применения изоляторов	Размеры в *мм*				Вес в *кг*
			H	*D*	*d*	d_1	
Линии связи	ТФ-2 и ТС-2	Для стальных проводов диаметром 5—4 *мм* и для проводов из цветного металла	108	75	20	22	0,63
	ТФ-3 и ТС-3	Для стальных проводов диаметром 3 *мм*	86	61	18	20	0,31
	ВБ	Для оборудования вводов проводов диаметром 4 и 5 *мм*	132	92	20	22	0,68
	ВМ	То же для проводов диаметром 3 *мм*	103	70	17	18	0,35
Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки	ШС-6	Для подвески высоковольтных проводов	90	120	—	—	0,95
	ТФ-2	Для подвески сигнальных проводов	—	—	—	—	—
Объединённые линии	ТФ-2	Для подвески сигнальных проводов и проводов силовой цепи автоблокировки	—	—	—	—	—

Таблица 15

Основные размеры столбов (брёвен) для воздушных линий

Назначение столбов	Длина в *м*	Диаметр в верхнем отрубе в *см*	Примечание
Столбы для линий связи и автоблокировки	6,5; 7,5; 8,5 и 9,5 11 и 13	От 14 до 24 » 18 » 24	По особому заказу допускается заготовка столбов диаметром в верхнем отрубе до 30 *см*, а также столбов длиной 5 и 5,5 *м*
Приставки	2,75; 3,25 и 3,5	» 16 » 26	

Таблица 16

Объём древесины столбов в зависимости от длины и диаметра в верхнем отрубе

Длина столба в *м*	Диаметр столба в верхнем отрубе в *см*													
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Объём древесины столба в $м^3$													
5,5	—	0,087	0,100	0,110	0,130	0,140	0,160	0,180	0,190	0,210	0,230	0,250	0,280	0,300
6,5	0,090	0,103	0,120	0,135	0,154	0,172	0,192	0,210	0,230	0,260	0,230	0,310	0,340	0,360
7,0	0,098	0,114	0,132	0,150	0,169	0,189	0,210	0,230	0,260	0,280	0,310	0,340	0,365	0,390
7,5	0,108	0,125	0,144	0,164	0,185	0,200	0,230	0,250	0,280	0,300	0,330	0,370	0,401	0,434
8,0	0,120	0,138	0,158	0,179	0,200	0,220	0,250	0,280	0,300	0.330	0,360	0,400	0,432	0,460
8,5	0,130	0,150	0,173	0,195	0,220	0,240	0,270	0,300	0,330	0,360	0,400	0,430	0,470	0,510
9,0	0,140	0,166	0,190	0,210	0,240	0,260	0,290	0,320	0,360	0,390	0,420	0,460	0,510	0,550
9,5	0,157	0,180	0,200	0,230	0,250	0,230	0,310	0,350	0,380	0,420	0,460	0,500	0,540	0,580
11,0	—	—	—	—	—	—	—	0,440	0,480	0,520	0,560	0,610	0,660	0,710
13,0	—	—	—	—	—	—	—	0,560	0,620	0,670	0,700	0,790	0,850	0,910

Таблица 17

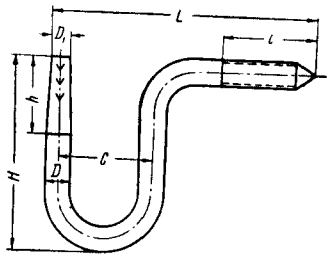
Вес сосновых полусухих столбов в зависимости от длины и диаметра в верхнем отрубе

Длина столба в *м*	Диаметр столба в верхнем отрубе в *см*													
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Вес древесины столба в *кг*													
5,5	—	52	60	66	78	84	96	108	114	126	138	150	168	180
6,5	54	62	72	81	82	103	115	126	138	156	168	186	204	216
7,0	59	69	79	90	100	113	126	138	156	168	186	204	219	234
7,5	65	75	86	98	111	120	138	150	168	180	198	222	241	260
8,0	72	83	95	107	120	132	150	168	180	193	216	240	259	276
8,5	78	90	103	117	132	144	162	180	198	216	240	258	282	306
9,0	84	100	114	126	144	156	173	192	216	234	252	276	306	330
9,5	94	103	120	138	150	168	186	210	228	252	276	300	324	348
11,0	—	—	—	—	—	—	—	264	238	312	336	366	396	425
13,0	—	—	—	—	—	—	—	336	372	400	420	475	510	545

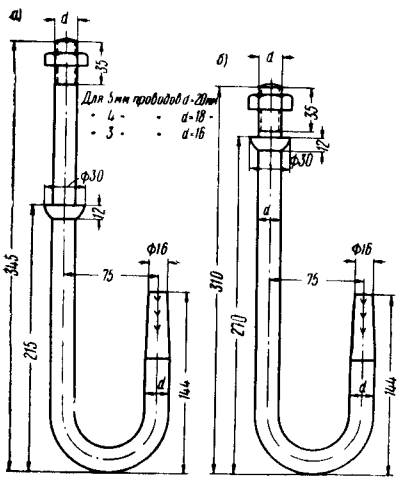
Таблица 18

Основные размеры и назначение крюков

Типы крюка	Назначение	Размеры в *мм*							Вес в *кг*
		D	D_1	*L*	*H*	*l*	*c*	*h*	
КН-16	Для изоляторов типов ТФ-3, ТС-3 и ВМ	16	16	170	110	70	60	—	0,5
КН-18	Для изоляторов типов ТФ-2, ТС-2 и ВБ	18	16	210	150	80	76	60	0,85
КН-20	То же, но на угловых и оконечных опорах	20	16	210	150	80	76	60	1,05



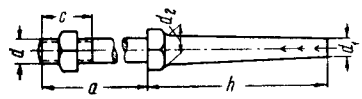
Фиг. 7. Крюк типа КН



Фиг. 8. Подвесной крюк: *а*—к деревянным траверсам; *б*—к стальным траверсам

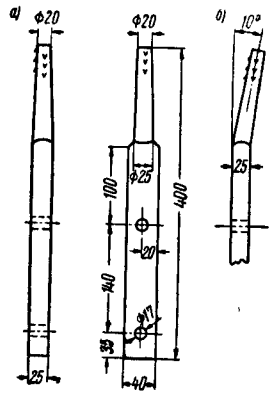
Штыри

Размеры стальных штырей (фиг. 9) приведены в табл. 19.



Фиг. 9. Стальной штырь

Для укрепления высоковольтного провода, располагаемого на вершинах одинарных опор высоковольтно - сигнальных линий автоблокировки, применяют верхушечные штыри (фиг. 10, *а*), а для укрепления высоковольтного провода на вершинах А-образных угловых опор — верхушечные штыри с отогнутой верхней частью (фиг. 10, *б*).



Фиг. 10. Штырь верхушечный: *а*—для одинарных опор; *б*—для А-образных угловых опор

Траверсы

Траверсы (табл. 20) применяются при большом числе подвешиваемых проводов, а также для получения требуемых величин переходного затухания при подвеске на одной линии связи более чем двух цепей из цветного металла.

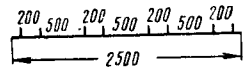
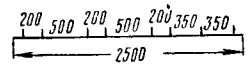
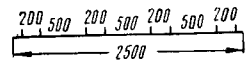
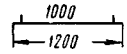
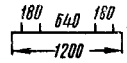
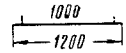
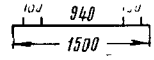
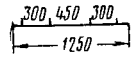
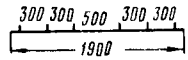
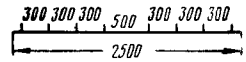
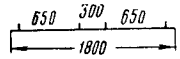
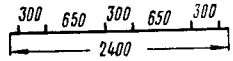
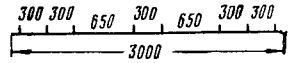
Таблица 19

Штыри, их назначение и область применения

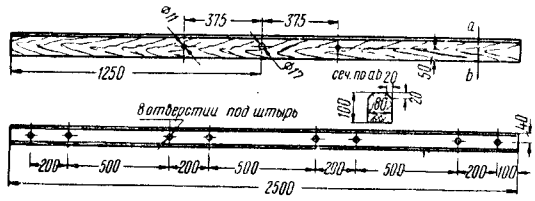
Тип линии	Тип штыря	Область применения штырей	Тип изолятора	Размеры штыря в *мм*						Вес в *кг*
				a		*d*	d_1	d_2	*c*	
Линии связи и объединённые линии	ШТ-2Д	К деревянным траверсам	ТФ-2 и ТС-2	125	120	16	16	19	35	0,46
	ШТ-3Д	» » »	ТФ-3 и ТС-3	125	100	16	15	16	35	0,38
	ШТ-2С	» стальным траверсам	ТФ-2 и ТС-2	25	120	16	16	19	22	0,32
	ШТ-3С	» » »	ТФ-3 и ТС-3	25	100	16	15	16	22	0,29
	ШУ-1Д	К деревянным траверсам удлинённых пролётов и угловых опор линий типа У и ОУ при вылете угла более 15 *м* и проводах диаметром 5 *мм*	ТФ-2 и ТС-2	130	120	22	16	25	35	0,8
	ШНК-1	То же, но к стальным траверсам, а также для контрольных накладок и кронштейнов	ТФ-2 и ТС-2	40	120	22	16	25	35	0,51
	ШНС-2	К Г-образным кронштейнам и накладкам для скрещивания проводов	ТФ-2 и ТС-2	35	120	20	16	23	30	0,4
Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки	ШВ-1Д	К деревянным траверсам для высоковольтных проводов	ШС-6	125	130	20	20	25	35	0,8
	ШТ-2Д	К деревянным траверсам для сигнальных проводов	ТФ-2	125	120	16	16	19	35	0,46
	ШНР-2	К накладкам для разреза сигнальных проводов	ТФ-2	40	120	22	16	23	30	0,575
	ШВП-1	К кронштейнам переходной опоры для высоковольтных проводов	ШС-6	50	130	22	21	27	40	0,775

Таблица 20

Основные размеры и назначение деревянных траверс

Тип линии	Наименование и назначение траверсы	Объём древесины траверсы в $м^3$	Основные размеры траверс
Линии связи и объединённые линии	Восьмиштырная траверса для подвески проводов связи на одинарных опорах	0,02	
	Комбинированная восьмиштырная траверса для подвески проводов связи, а также проводов силовой цепи и сигнальных проводов автоблокировки на одинарных опорах	0,02	
	Восьмиштырная траверса для подвески проводов связи, а также проводов силовой цепи и сигнальных проводов автоблокировки на опорах полуанкерного типа	0,02	
Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки	Траверса для подвески высоковольтных проводов к одинарным опорам на перегоне	0,0096	
	То же, к одинарным опорам на станции	0,0096	
	То же, к А-образным угловым опорам	0,0096	
	То же, к одинарным опорам для транспозиции	0,012	
	Четырёхштырная траверса для подвески сигнальных проводов на одинарных опорах	0,01	
	То же, шестиштырная	0,0152	
	То же, восьмиштырная	0,02	
	Четырёхштыриая траверса для подвески сигнальных проводов на А-образных угловых опорах	0,0144	
	То же, шестиштырная	0,0192	
	То же, восьмиштырная	0,024	

Общий вид и размеры типовой восьмиштырной траверсы для линий связи приведены на фиг. 11.



Фиг. 11. Деревянная восьмиштырная траверса

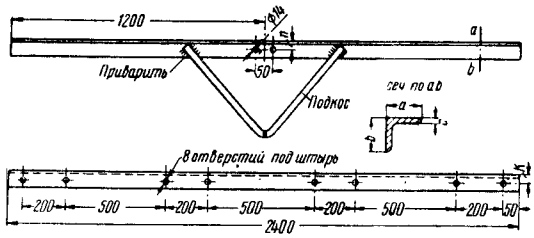
На траверсах принято также подвешивать провода силовых и сигнальных цепей автоблокировки.

Траверсы изготовляют из следующих пород дерева: сосны, дуба, лиственницы, ели и кедра.

На высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки траверсы из кедра допускается применять только при постройке линий типа Н.

Для повышения срока службы деревянные траверсы пропитывают антисептиками.

На воздушных линиях связи в отдельных случаях находят применение также стальные траверсы (фиг. 12), размеры которых приведены в табл. 21.



Фиг. 12. Стальная восьмиштырная траверса

Таблица 21

Стальные траверсы

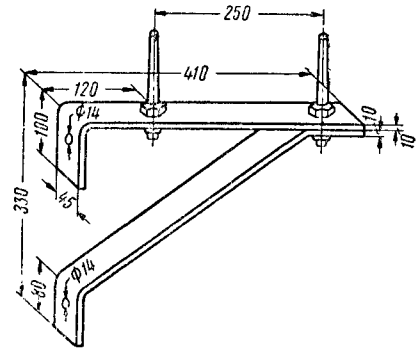
Наименование траверс	Тип линии	Размеры в *мм*					Вес в *кг*
		a	*b*	*c*	*k*	*n*	
Телефонная восьмиштырная из угловой стали	О и Н	50	50	6	32	25	10,75
	У и ОУ	60	60	6	37	30	13

Кронштейны и накладки

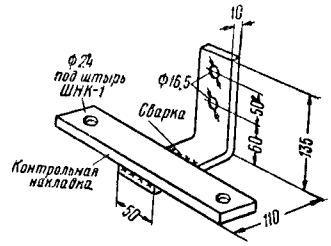
Скрещивания телефонных цепей, расположенных на крюках, производят на Г-образных кронштейнах (фиг. 13).

На контрольных опорах линий связи с крюками устанавливают контрольные кронштейны (фиг. 14).

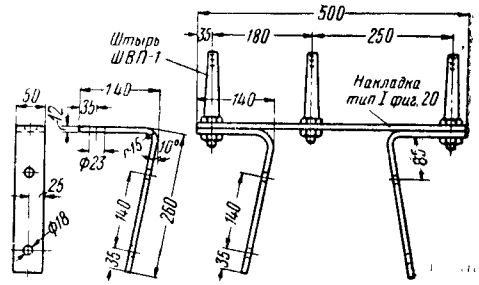
При устройстве переходов и удлинённых пролётов для соединения верхушечного высоковольтного провода с тросом на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки применяют трёхштырный кронштейн (фиг. 15).



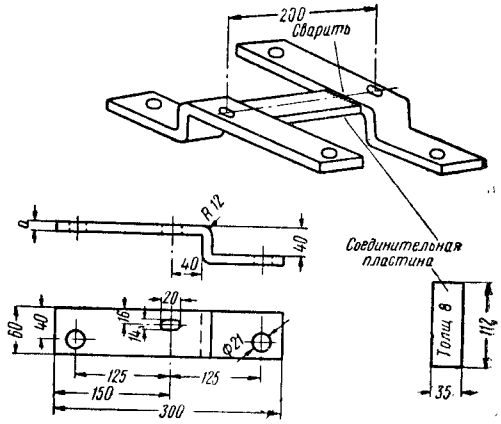
Фиг. 13. Г-образный кронштейн



Фиг. 14. Контрольный кронштейн

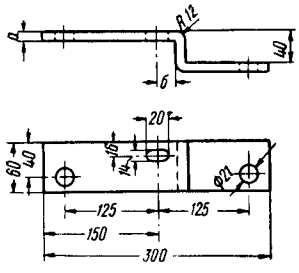


Фиг. 15. Трёхштырный кронштейн



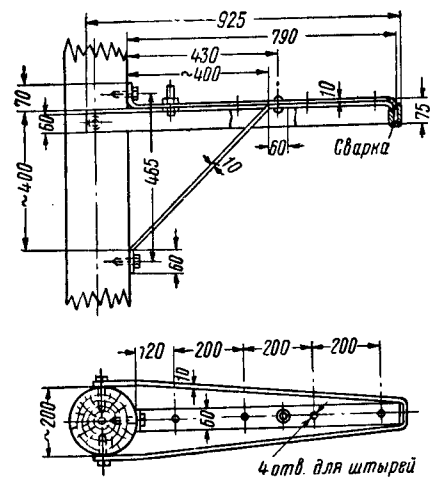
Фиг. 16. Накладка для скрещивания проводов на деревянных траверсах

Скрещивание проводов телефонных цепей из цветного металла, расположенных на траверсах, а также проводов силовой цепи автоблокировки на объединённых линиях производят на стальных накладках. Общий вид и размеры накладок для деревянных траверс приведены на фиг. 16, а для стальных траверс — на фиг. 17.



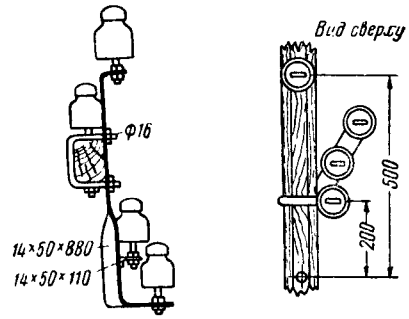
Фиг. 17. Накладка для скрещивания проводов на стальных траверсах

Примечание. Для каждой точки скрещивания необходимо изготовлять две накладки с размерами $b=20$ и 34; для линий типов О и Н размер $a = 10$, для линий У и ОУ размер $a = 12$



Фиг. 18. Кронштейн для скрещивания искусственных цепей на линиях с крюками

Скрещивание искусственных цепей при расположении проводов на крюках производят при помощи кронштейнов, приведённых на фиг. 18. Провода искусственных цепей, расположенных на траверсах, скрещиваются при помощи кронштейнов, приведённых на фиг. 19.



Фиг. 19. Кронштейн для скрещивания искусственных цепей на линиях с траверсами

Кроме накладок для скрещивания телефонных цепей, на линиях связи и высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки применяют другие типы накладок (фнг. 20—23), размеры и назначение которых указаны в табл. 22.

Сжимы

Для разъединения проводов во время испытаний на контрольных опорах воздушных линий связи применяют контрольный сжим, приведённый на фиг. 24.

Для этой же цели может быть применён сжим типа КС (фиг. 25); основные размеры этого сжима для проводов диаметром 4 и 5 *мм* приведены в табл. 23.

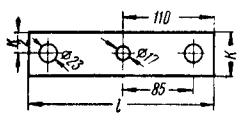
В местах устройства ответвления от проводов избирательной связи можно применять ответвительные зажимы (фиг. 26).

Для присоединения предохранителей и разрядников к проводам силовых цепей автоблокировки применяют линейный зажим, приведённый на фиг. 27.
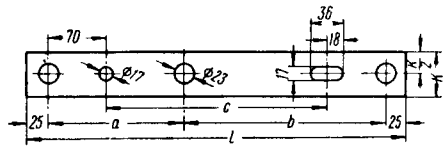
Таблица 22

Накладки, их размеры и назначение
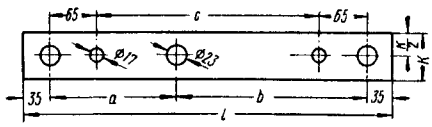
Тип накладки	Назначение накладки	Размеры в *мм*					Толщина накладок в *мм*	Вес в *кг*
		a	*b*	*c*	*l*	*k*		
Двухштырная	Для контрольных опор на линиях связи, оборудованных траверсами, и для опор высоковольтно-сигнальных линий в местах разреза сигнальных проводов (фиг. 20)	—	—	—	220	50	16	1,25
Трёхштырная	Для переходных опор воздушных линий связи на пересечениях с контактными проводами электрических железных дорог, трамвая и троллейбуса (фиг. 21)	160	240	260	450	50	16	2,83
I	Для оборудования переходных опор и опор удлинённых пролётов высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки (фиг. 22)	180	250	309	500	50	16	3,14
II		200	260	330	530	50	16	3,33
III		395	395	660	860	50	16	5,40
IV		435	435	740	940	50	16	5,90
Специальная	Для установки на траверсах в местах изменения уклона линий связи в вертикальной плоскости (фиг. 23)	130	—	260	420	50	16	2,64



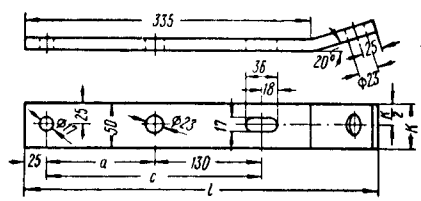
Фиг. 20. Накладка двухштырная (контрольная)



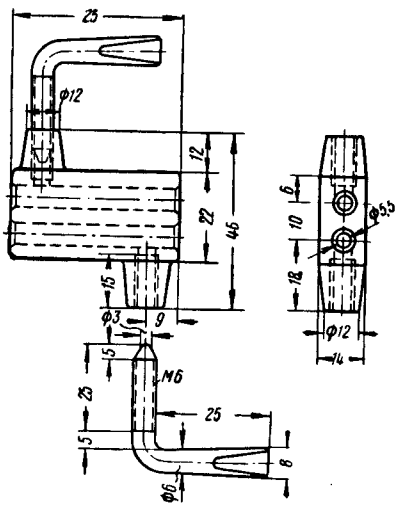
Фиг. 21. Накладка трёхштырная для линий связи



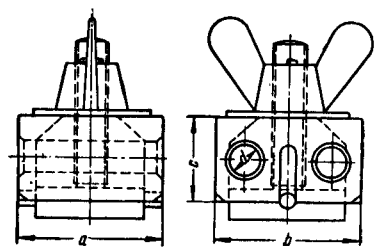
Фиг. 22. Накладка трёхштырная для высоковольтно-сигнальных линий



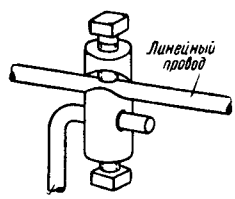
Фиг. 23. Накладка для особо усиленной конструкции крепления проводов на линиях связи



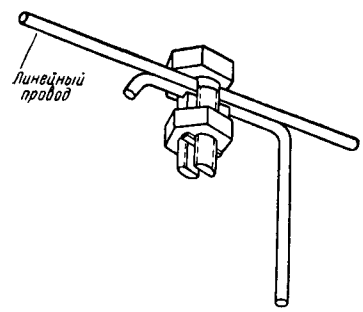
Фиг. 24. Контрольный сжим



Фиг. 25. Контрольный сжим типа КС



Фиг. 26. Ответвительный зажим



Фиг. 27. Линейный зажим

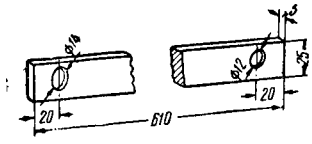
Таблица 23

Размеры контрольного сжима типа КС (фиг. 25)

Тип контрольного сжима	Размеры в *мм*			
	a	*b*	*c*	*d*
КС-1	2	22	13	5,4
КС-2	20	20	12	4,8

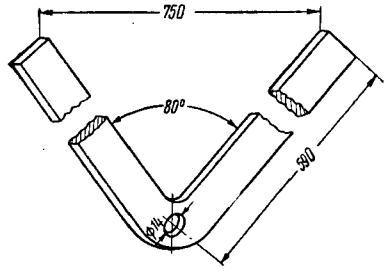
Крепёжные детали

Для крепления деревянных траверс к опорам воздушных линий применяют подкосы, приведённые на фиг. 28, а для крепления

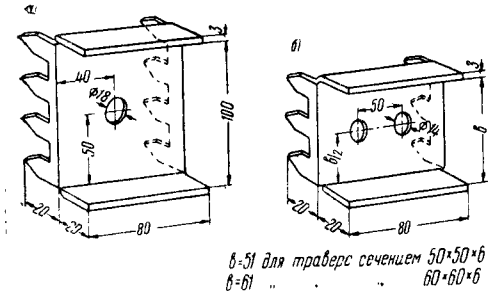


Фиг. 28. Подкос для деревянных траверс

стальных траверс — подкосы, приведённые на фиг. 29. Кроме того, на воздушных линиях связи для крепления деревянных и стальных траверс применяют держатели (фиг. 30).



Фиг. 29. Подкос для стальных траверс



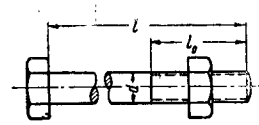
Фиг. 30. Держатели для траверс: *а*—деревянных, *б*—стальных

Для различного рода креплений на линиях связи применяют болты (фиг. 31), назначение и размеры которых приведены в табл. 24.

Таблица 24

Размеры болтов

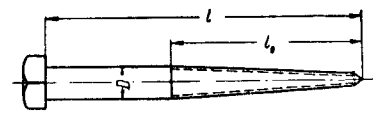
Назначение линии	Болты для крепления	Размеры в *мм*		
		d	*l*	l_0
Линии связи	Траверс к одинарным столбам	16	300 и 350	100
	Двойных траверс и подпор к столбам	16	400 и 450	100
	Двойных подпор к столбам	20	700	100
	Подкосов к деревянным траверсам	10	100	30
	Контрольных накладок .	16	150	40
	Накладок для скрещивания	12	140	35
Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки	Подкосов к деревянным траверсам	10	100	30
	Разрядников, предохранителей, трансформаторов и кабельной муфты к брускам	10	120	35
	Предохранителей к столбу и трёхполюсного разъединителя к бруску	10	300	80
	Среднего полюса разъединителя ТВ-102 к лапке .	16	40	35
	Крайних полюсов разъединителя ТВ-102	16	200	45
	Накладок к траверсам .	16	150	40
	Верхушечного штыря к одинарной опоре	16	260	60
	Одинарных траверс к столбу и верхушечного штыря к А-образной опоре	16	300	80
	Двойных траверс к столбу	16	400	80
	Столбов А-образных опор	16	450	100
	Двойных подпор и для связки лежней в земле . .	16	700	100



Фиг. 31. Болт

Шайбы к болтам и штырям применяют круглые и квадратные и в зависимости от назначения выбирают в соответствии с табл. 25.

Размеры применяемых на воздушных линиях глухарей (фиг. 32) приведены в табл. 26.



Фиг. 32. Глухарь

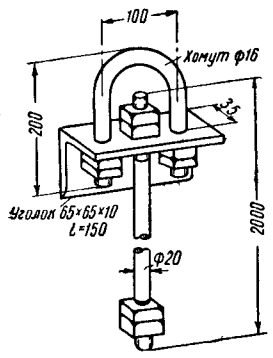
При устройстве оттяжек к угловым опорам на воздушных линиях применяют якорные стержни (фиг. 33) и коуши (фиг. 34).

При устройстве оттяжек и стальных канатов зарядку их производят с применением трёхболтовых зажимов (фиг. 35).

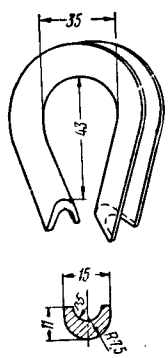
Таблица 25

Шайбы

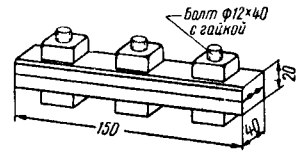
Назначение линии	Назначение шайб	Шайбы квадратные, размеры в *мм*: сторона квадрата	Шайбы квадратные, размеры в *мм*: толщина	Шайбы квадратные, размеры в *мм*: диаметр отверстия	Шайбы круглые, размеры в *мм*, диаметры: внешний	Шайбы круглые, размеры в *мм*, диаметры: внутренний	Шайбы круглые, размеры в *мм*: толщина
Линии связи и объединённые линии	К болтам крепления накладок для скрещивания к деревянным траверсам	35	4	14	22	11	2
	К штырям ШТ-2Д	40	5	18	34	18	3
	» » ШТ-3Д	—	—	—	34	18	3
	» » ШУ-1Д	40	5	24	—	—	—
	» болтам 16 *мм*	50	5	18	—	—	—
	» 20 *мм*	50	5	22	—	—	—
Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки	К якорным стержням	100	10	24	—	—	—
	» болтам диаметром 10 *мм*	22	2	11	22	11	2
	» » » 16 *мм* и штырям ШТ-2Д	35	4	18	34	18	3
	» штырям ШВ-1Д	40	4	22	40	22	3



Фиг. 33. Якорный стержень



Фиг. 34. Коуш



Фиг. 35. Трёхболтовый зажим

Таблица 26

Глухари и их назначение

Назначение глухарей	Размеры в *мм*: *D*	*l*	l_0	Вес в *кг*
Для крепления подкосов к опоре	12	100	60	0,1
Для крепления верхушечных штырей к опоре	16	140	84	0,2

ОБОРУДОВАНИЕ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

ЛИНИИ СВЯЗИ

Кабельные ящики

Кабельные ящики предназначены для оконечной разделки кабеля в месте его соединения с проводами воздушных линий связи. В кабельном ящике монтируют приборы защиты (предохранители и разрядники).

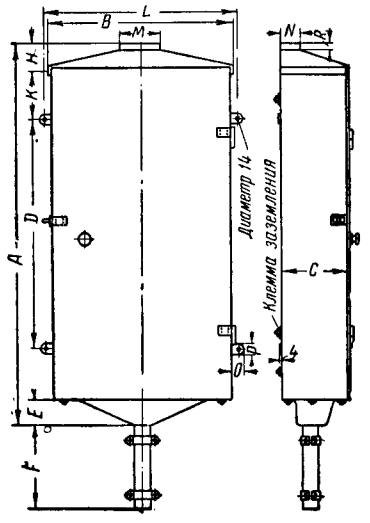
Эскиз кабельного ящика для разделки кордельных кабелей приведён на фиг. 36, а размеры кабельных ящиков этого типа на 16, 24, 32 и 40 проводов даны в табл. 27.

Таблица 27

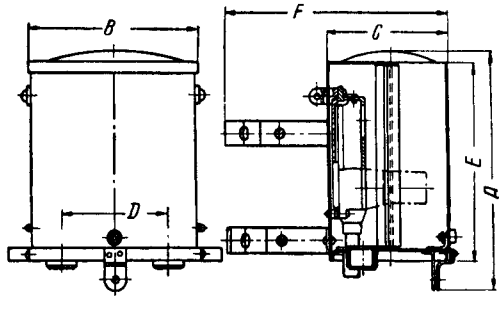
Кабельные ящики для кордельных кабелей

Количество проводов	Размеры в *мм*: *A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*H*	*K*	*L*	*M*	*N*	*P*	*O*	*R*
16	877	510	209	367	120	138,5	140	125	544	125	85	60	18,5	40
24	1 074	510	209	504	130	148,5	160	140	544	125	85	60	18,5	40
32	1 189	510	209	574	155	223,5	160	150	544	125	85	30	18,5	40
40	1 489	510	209	819	160	233,5	160	170	544	125	85	60	18,5	40

На местных телефонных сетях применяют кабельные ящики на 10, 20 и 30 пар. Эскиз такого кабельного ящика приведён на фиг. 37, а основные размеры ящиков на 10, 20 и 30 пар даны в табл. 28.



Фиг. 36. Кабельный ящик для междугородных линий связи



Фиг. 37. Кабельный ящик для линии местной телефонной связи

Таблица 28

Размеры кабельных ящиков для местных телефонных сетей

Тип ящика	Количество	Размеры в *мм*						Приблизительный вес в *кг*
		A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	
ЯКГ-10 .	10×2	308*	117	157	—	129	—	5
ЯКГ-20 .	20×2	290	221	157	140	237	287	6
ЯКГ-30 .	30×2	375	221	157	140	—	291	8,5

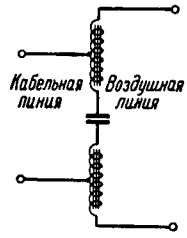
* Конструкция ящика типа ЯКГ-10 несколько отличается от конструкции ящиков ЯКГ-20 и ЯКГ-30 (фиг. 37).

Предохранители и разрядники

Защиту проводов воздушных линий связи и кабельных вставок осуществляют при помощи плавких предохранителей и разрядников (см. описание и электрические характеристики на стр. 159).

Согласовывающие автотрансформаторы

Для согласования входного сопротивления уплотнённых цепей из цветного металла с входным сопротивлением непупинизированиых кабельных вставок в воздушную линию применяют переходные автотрансформаторы. Принципиальная схема переходного автотрансформатора приведена на фиг. 38. Автотрансформатор рассчитывают таким образом, чтобы с одной стороны к нему можно было подключить провода воздушной цепи, а с другой стороны кордельный кабель с соответствующими входными сопротивлениями.



Фиг. 38. Схема переходного автотрансформатора

ЛИНИИ СЦБ

Силовые линейные трансформаторы

Для питания устройств автоблокировки на перегонах и станциях у каждой сигнальной точки (светофора или группы светофоров) устанавливают силовые линейные трансформаторы.

В зависимости от величины напряжения в проводах силовой цепи, а также от величины мощности, потребной для питания устройств в той или иной точке линии, применяют трансформаторы, указанные в табл. 29.

Трансформаторы типа ОМ (однофазные, масляные) помещены в закрытый металлический кожух, наполияемый траисформаторным маслом с диэлектрической прочностью не ниже 22 *кв*.

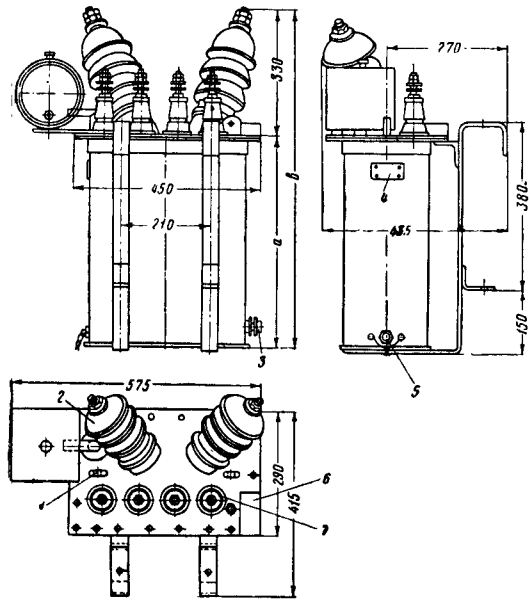
Таблица 29

Типы силовых линейных трансформаторов, примеияемых для питания устройств СЦБ

Тип трансформатора	Мощность трансформатора в *ва*	На каких линиях применяется	Напряжение в проводах силовой цепи в *в*	Место установки трансформатора
ОМ-0,3 ОМ-0,66 ОМ-1,2	300 660 1 200	Самостоятельные высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки	6 000	На силовых опорах
ПОБС-75	75	Объединённые линии связи и СЦБ	500	В релейных шкафах

Общий вид трансформаторов типа ОМ иа 0,66 и 1,2 *ква* изображён на фиг. 39; основные размеры и вес этих траисформаторов приведены в табл. 30.

Первичная обмотка (высокого напряжения) состоит из отдельных секций, выводы которых вмонтированы в высоковольтные изоляторы; на каждом изоляторе имеется по три штифта, закрытых специальным колпачком (фиг. 40).



Фиг. 39. Общий вид линейного силового трансформатора типа ОМ:
1 — ушко; *2* — изолятор высокого напряжения; *3*—болт для заземления; *4*—паспортная таблица; *5*—пробка для спуска масла (пломбируется); *6*—пробивной предохранитель; *7*—изолятор низкого напряжения

Таблица 30

Вес и основные размеры трансформаторов типов ОМ-0,66 и ОМ-1,2

Тип трансформатора	Вес в *кг*			Размеры в *мм*	
	трансформатора	трансформатора без кожуха	масла	*а*	*в*
ОМ-0,66	87	50	22	425	755
ОМ-1,2	98	53	25	475	805

Отпайка от высоковольтного провода присоединяется к одному из штифтов при помощи коленчатого контакта, навёрнутого на соответствующий штифт.

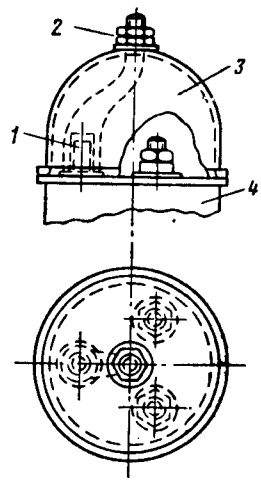
Схема обмоток трансформаторов ОМ и порядок присоединения выводов (штифтов) при включении трансформаторов в силовую цепь приведены в табл. 31 и на фиг. 41.

В отличие от трансформаторов типов ОМ-1,2 и ОМ-0,66 в трансформаторе ОМ-0,3 применён кожух круглой формы (фиг. 42); кроме того, регулировка напряжения в нём производится на стороне низкого напряжения, для чего обмотка низкого напряжения секционирована и имеет пять выводов.

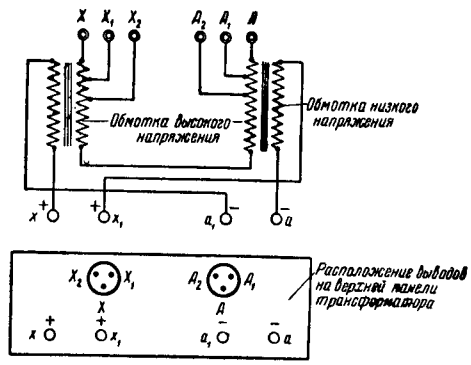
Таблица 31

Схема обмоток трансформаторов ОМ-0,66 и ОМ-1,2 и порядок присоединения выводов обмоток

Напряжение в проводах силовой цепи в *в*	Выводы первичной обмотки	Выводы вторичной обмотки	
		для 110 *в*	для 220 *в*
6 300	$A - X$	$a - x$	$a - x$
6 000	$A_1 - X$	с перемычками	с перемычками
5 700	$A_1 - X_1$	$a - a_1$	$a_1 - x_1$
5 400	$A_2 - X_1$	$x - x_1$	
5 100	$A_2 - X_2$		



Фиг. 40. Коленчатый контакт для присоединения высоковольтного провода к трансформатору типа ОМ:
1 — штифт; *2* — коленчатый контакт; *3* — колпачок; *4*—изолятор высокого напряжения



Фиг. 41. Схема обмоток линейного трансформатора типа ОМ

Схема обмоток трансформатора типа ОМ-0,3 приведена на фиг. 43, а порядок использования зажимов обмотки низкого напряжения для поддержания постоянства напряжения приведён в табл. 32.

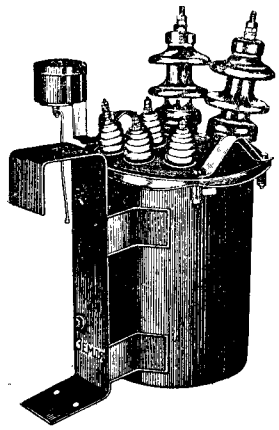
Трансформаторы типа ОМ-0,3 изготовляют в двух вариантах: на напряжение на стороне низкого напряжения 115 и 230 *в*.

В трансформаторах типа ОМ изоляция обмотки высокого напряжения от корпуса и от обмотки низкого напряжения должна вы-

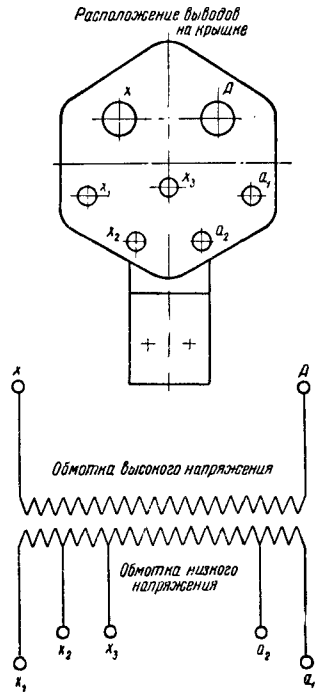
Таблица 32

Порядок использования зажимов обмотки низкого напряжения в трансформаторах ОМ-0,3

Напряжение на зажимах обмотки высокого напряжения в *в*	Зажимы обмотки низкого напряжения
6 300	$a_3 - x_3$
6 000	$a_2 - x_3$
5 700	$a_3 - x_1$
5 400	$a_1 - x_3$
5 100	$a_1 - x_1$



Фиг. 42. Общий вид трансформатора типа ОМ в круглом кожухе



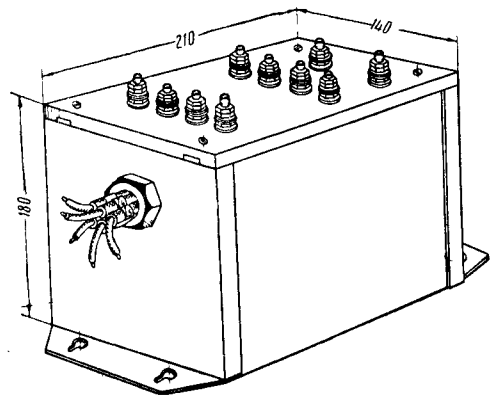
Фиг. 43. Схема обмоток линейного трансформатора типа ОМ-0,3

держивать в течение 1 мин. приложенное напряжение 25 *кв* частотой 50 *гц*, а изоляция обмотки низкого напряжения по отношению к корпусу — 5 *кв*.

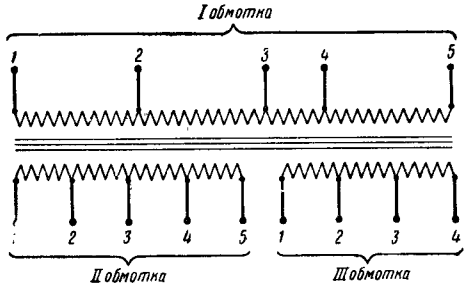
Трансформаторы типа ПОБС-75 (фиг. 44) малогабаритные и приспособлены для установки непосредственно в релейных шкафах.

Все три обмотки трансформатора секционированы (фиг. 45).

Секции обмотки высокого напряжения (первичной) дают возможность получать на зажимах вторичных обмоток относительно неизменные величины напряжения независимо от удаления места установки трансформатора от питающего пункта и связанного с этим уменьшения напряжения в проводах силовой цепи.



Фиг. 44. Общий вид трансформатора типа ПОБС-75



Фиг. 45. Схема обмоток трансформатора типа ПОБС-75

Порядок включения выводов первичной обмотки трансформатора ПОБС-75 к проводам силовой цепи указан в табл. 33.

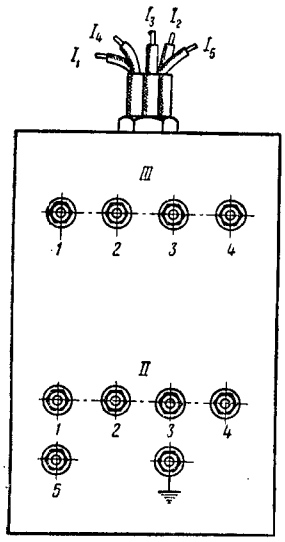
Таблица 33

Порядок включения секций первичной обмотки трансформатора ПОБС-75 в провода силовой цепи

Напряжение в проводах силовой цепи в *в*	500	440	380	320	260
Выводы первичной обмотки	1_1-1_5	1_1-1_4	1_1-1_3	1_2-1_4	1_2-1_3

Каждая из обмоток на стороне низкого напряжения специализирована: обмотка *II* служит для питания сигнальных цепей автоблокировки и позволяет получать на своих зажимах величины напряжения от 12 до 30 *в*; обмотка *III* — путевая, позволяет получать

на своих зажимах величины напряжения от 1 до 7 *в*. Порядок включения секций в обмотках *II* и *III* приведён в табл. 34, а расположение зажимов на верхней панели трансформатора дано на фиг. 46.



Фиг. 46. Расположение зажимов на верхней панели трансформатора типа ПОБС-75

Как видно из приведённых данных о трансформаторе ПОБС-75, он даёт возможность получать требуемые для питания устройств автоблокировки величины напряжения при помощи одной ступени трансформирования, что выгодно отличает его от других типов трансформаторов.

Разрядники

Разрядники предназначаются для защиты силовых линейных трансформаторов и кабельных вставок в воздушные линии от разрушающего действия волны атмосферных перенапряжений, возникающей от непосредственного удара молнии в провода или наводимой в проводах при разряде вблизи от линии.

Таблица 34

Порядок включения секций в обмотках низкого напряжения трансформатора ПОБС-75

Обмотка *II* (сигнальная)	Зажимы	1—5	1—4	2—4	3—5	3—4	1—3
	Напряжение в *в*	30	26	22	18	14	12
Обмотка *III* (путевая)	Зажимы	1—4	1—3	1—2	2—4	3—4	2—3
	Напряжение в *в*	7	5	4	3	2	1

Для выполнения защитных функций от разрядника требуется, чтобы он ограничивал напряжение волны до величины, безопасной для изоляции защищаемого объекта; вместе с тем разрядник не должен срабатывать при повышениях рабочего напряжения и при возможных коммутационных перенапряжениях на пунктах питания.

Продолжительность прохождения тока через разрядник измеряется микросекундами и зависит от крутизны и формы волны перенапряжения.

Оптимальным условием для разрядника является постоянство напряжения на его зажимах независимо от величины проходящего тока; для этого необходимо, чтобы сопротивление разрядника изменялось обратно пропорционально величиие проходящего тока.

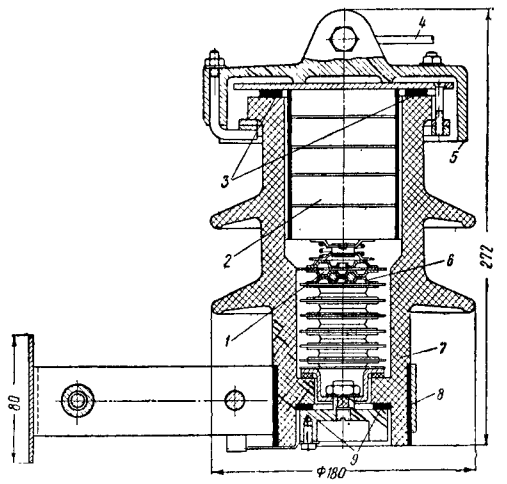
Для оборудования силовых цепей автоблокировки применяются разрядники, типы которых указаны в табл. 35.

Таблица 35

Типы разрядников и область их применения

Типы разрядника	На каких линиях применяется	Напряжение в проводах силовой цепи в *в*	Место установки разрядника
АБ-6 шариковый	Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки	6 000	На силовых и кабельных опорах
РВП-0,5	Объединённые линии связи и СЦБ .	500	

Разрядник типа АБ-6 (фиг. 47) состоит из наложенных друг на друга пяти тиритовых дисков, соединённых последовательно со столбиком из семи искровых промежутков. Тирит — керамический материал, получаемый прессовкой и отжигом массы, составленной из глины (50%), карборунда (46%) и графита (4%). Каждый искровой промежуток образуется из двух латунных дисков, разделённых миканитовой прокладкой. Тиритовые и латунные диски заключены в общий фарфоровый корпус. Разрядник должен быть герметично закрыт; испытание на герметичность производится опусканием в воду под воздушным давлением в 2 *ат* на 25 мин.



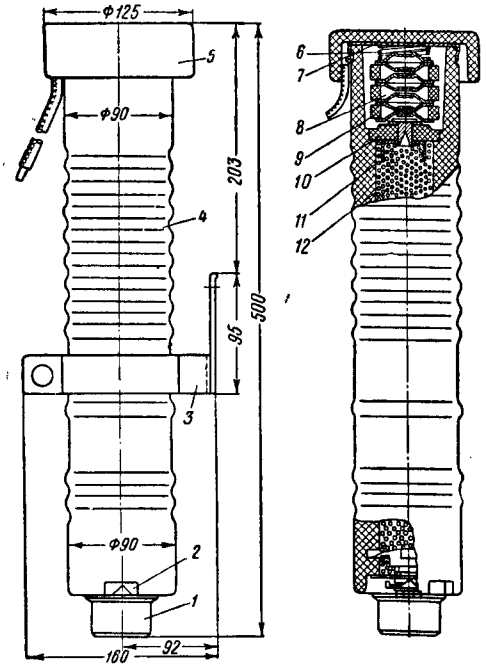
Фиг. 47. Разрядник типа АБ-6: *1*—искровой промежуток; *2*—колонна с тиритовыми дисками; *3*—прокладка резиновая; *4*—провод линейный; *5*—колпак силуминовый; *6*—электрод латунный; *7*—корпус фарфоровый; *8*—прокладка толевая; *9*—прокладка резиновая

Разрядное напряжение разрядника — 16 *кв* переменного тока частотой 50 *гц*; двухмикросекундное импульсное разрядное напряжение искрового промежутка на волне 1,5/40 *мксек* должно быть не выше 34 *кв*.

Вольтамперная характеристика разрядника должна обеспечивать при импульсном токе 1 000 *а* напряжение не выше 30 *кв*.

Разрядник должен пропускать, не разрушаясь, импульсные токи величиной 3 000 *а* при волне 1,5/40 *мксек*.

Шариковый разрядник (фиг. 48) на 4—7 *кв* состоит из фарфорового кожуха в форме трубки с гофрированной поверхностью. В верхней части трубки находятся три искровых промежутка, а под ними — шарики из перекиси свинца (PbO_2) диаметром около 3 *мм*; поверхности шариков покрыты тонким слоем окиси свинца.

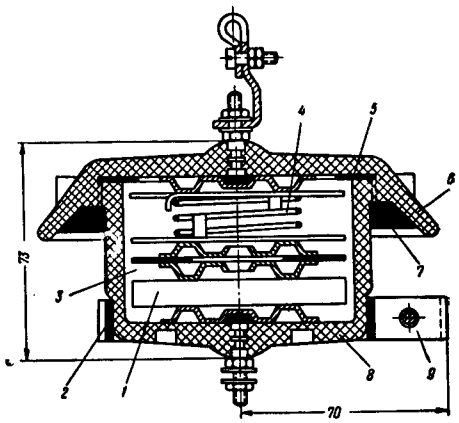


Фиг. 48. Шариковый разрядник:
1—крышка из пластмассы для зажима заземляющего провода; *2*—отверстие для заземляющего провода; *3*—стальной кронштейн для крепления разрядника; *4*—трубка фарфоровая; *5*—чашка фарфоровая; *6*—пружина; *7*—крышка контакта; *8*—искровой промежуток; *9*—кольцо дистанционное; *10*—диск фарфоровый с электродом; *11*—электрод; *12*—шарики

При повышении напряжения на разряднике до величины разрядного пробиваются искровые промежутки и всё напряжение оказывается приложенным к столбику из шариков, из-за чего пробиваются оксидные плёнки в местах соприкосновения шариков, столбик становится токопроводящим и разрядный ток устремляется в землю.

Значительная плотность тока создаёт местные нагревы шариков, благодаря чему перекись свинца переходит в окись, обладающую большим сопротивлением, что приводит к резкому ограничению тока и перерыву дуги. Импульсное разрядное напряжение разрядника должно быть не выше 34 *кв*.

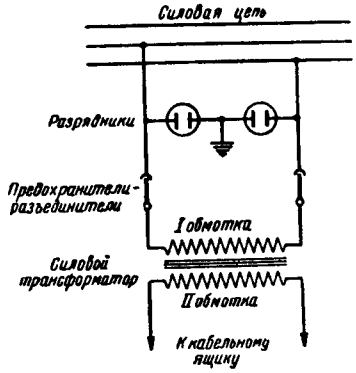
Разрядник РВП-0,5 (фиг. 49), называемый вилитовым, состоит из одного искрового промежутка и одного вилитового диска. Основное отличие вилитовых дисков от тиритовых заключается в том, что в них в качестве связующего вещества вместо глины применена композиция на основе жидкого стекла.



Фиг. 49. Разрядник типа РВП-05: *1*—диск вилитовый; *2*—прокладка толевая; *3*—промежуток искровой; *4*—пружина; *5*—резина; *6*—крышка; *7*—заливка компаунд; *8*—корпус; *9*—хомут

Комбинированные предохранители ПКН-6

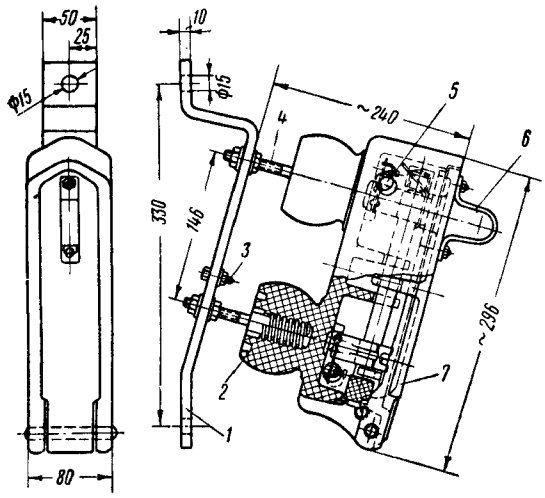
Предохранители, устанавливаемые на силовых опорах, включают в соответствии со схемой фиг. 50; они служат для отключения линейных трансформаторов от проводов силовой цепи при аварийном режиме, например, при коротком замыкании в обмотках, с тем, чтобы отдельные повреждённые трансформаторы не нарушали работу силовой цепи в пределах всего плеча питания. Предохранители устанавливают также на опорах при переходе воздушной силовой цепи в кабель.



Фиг. 50. Схема включения приборов защиты в провода силовой цепи

Предохранители ПКН-6 делают однополюсными (фиг. 51); корпус изготовляется из глазурованного фарфора в виде двух штыревых изоляторов. Внутри корпуса помещают плавкую вставку из константановой проволоки. На крышке имеется ушко, в которое вводится палец разъединяющей штанги, при необходимости разъединения цепи с земли. Предохранитель должен выдерживать между токоведущими частями и цоколями: испытатель-

ное напряжение 34 *кв* в течение 1 мин., мокроразрядное — не ниже 25 *кв*, сухоразрядное — не ниже 50 *кв*. Сухоразрядное напряжение между верхним и нижним электродами при вынутом патроне (крышка открыта) должно быть не ниже 60 *кв*.



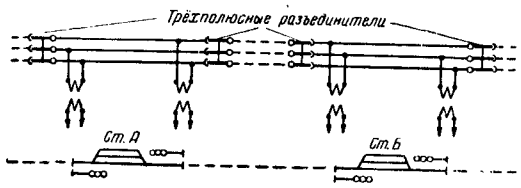
Фиг. 51. Предохранитель типа ПКН-6: *1*—цоколь; *2*—корпус фарфоровый; *3*—клемма для заземления; *4*—штырь; *5*—отверстие для присоединения подводящих проводников; *6*—ушко; *7*—крышка

В предохранителе не должно происходить перекрытия через крышку в течение 20 час. под дождём при перегоревшей плавкой вставке и напряжении 6,9 *кв*.

Действительная величина тока, плавящая вставку в течение 5 мин., не должна отличаться более чем на 15% от двукратного номинального тока вставки до 5 *а* или от двух с половиной кратного тока для вставки более 5 *а*. Вставка не должна плавиться в течение 2 час. при токе, превышающем номинальный на 20%. Предохранитель должен разрывать дугу при токе до 100 *а* (эффективных).

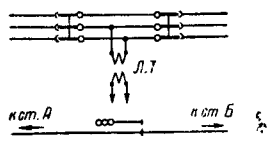
Секционные разъединители

Для включения и изолирования участков силовой высоковольтной цепи, а в некоторых случаях и отдельных силовых опор, применяют секционные разъединители, устанавливаемые на специальных опорах. Нормально разъединители устанавливают по концам каждого перегона у входных светофоров (фиг. 52). На электрифицированных участках с интенсивным движением поездов разъединители



Фиг. 52. Схема расстановки трёхполюсных разъединителей у входных светофоров

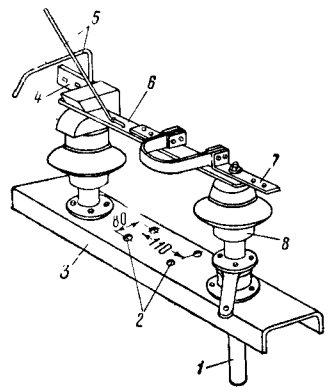
устанавливают у каждой силовой опоры (фиг. 53). Разъединители устанавливают также в местах сопряжения двух плеч силовой цепи.



Фиг. 53. Схема установки трёхполюсных разъединителей у силовой опоры

В настоящее время находят применение два типа секционных разъединителей:

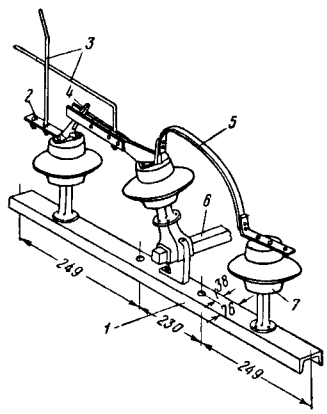
1) РЗН-$Г_2$-10/600 (разъединители трёхфазные для наружной установки, горизонтально-поворотного типа, с двумя изоляторами на каждую фазу, 10 *кв*, 600 *а*) — горизонтально-поворотный с двумя изоляторами на каждую фазу; разъединители выполняют в виде отдельных фаз (фиг. 54), соединяемых затем в



Фиг. 54. Трёхполюсный разъединитель типа РЗН-$Г_2$-10/600 (одна фаза); *1*—палец для включения и выключения фазы; *2*—отверстие для крепления к брускам опоры; *3*—основание из листовой стали или швеллера; *4*—пластина медная контактная; *5*—стержни дугогасительные; *6*—нож из медной пластины; *7*—пластина медная контактная; *8*—изолятор типа ИШ-10

один общий трёхфазный агрегат, управляемый с земли; разъединители снабжают дугогасительными стержнями, один из которых неподвижный, а второй подвижный.

Электрические характеристики разъединителя прнведены в табл. 36.



Фиг. 55. Трёхполюсный разъединитель типа ТВ-102 (одна фаза): *1*—основание из швеллера; *2*—пластина контактная; *3*—стержни дугогасительные; *4*—нож; *5*—связь гибкая из тонких медных полос; *6*—ось разъединителя; *7*—изолятор]

2) ТВ-102 — вертикально-поворотный с тремя изоляторами на каждую фазу (фиг. 55). Сухоразрядное напряжение 45 *кв*, мокроразрядное — 30 *кв*.

Таблица 36

Электрические характеристики разъединителя типа РЗН-Г$_2$-10/600

Напряжение в *кв*			Разрядное напряжение в *кв*	
номинальное	максимальное рабочее	испытательное в течение 1 мин.	сухоразрядное	мокроразрядное
10	11,5	43	60	33

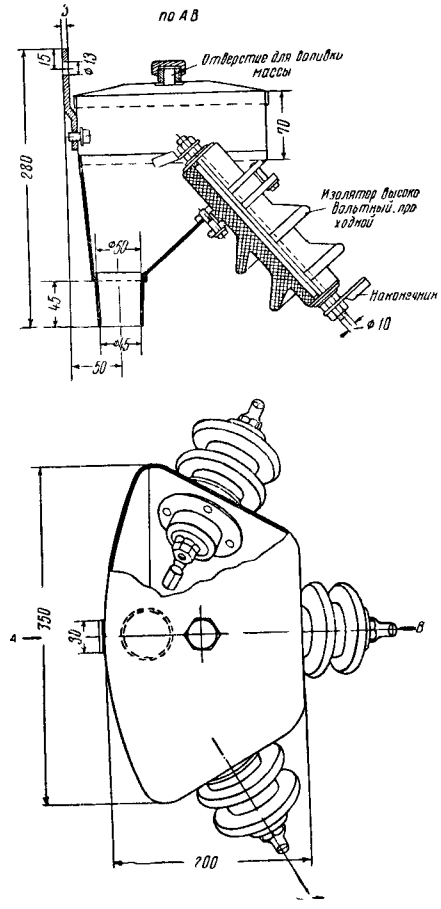
Таблица 37

Габариты и вес типовых металлических кабельных ящиков

Тип ящика	Ёмкость ящика	Размеры в *мм*		Вес с трубой в *кг*
		А	*Б*	
I	На 10 проводов . .	270	260	35
II	» 16 » . .	270	344	40
III	» 24 » . .	294	456	53
IV	» 32 » . .	294	563	60

Кабельные муфты

Для перехода воздушных высоковольтных проводов в силовой кабель применяют оконечные кабельные муфты конструкции Фирсова (фиг. 56); их устанавливают непосредственно на переходных кабельных опорах. Эти муфты изготовляют из листовой стали толщиной 0,5 *мм*.

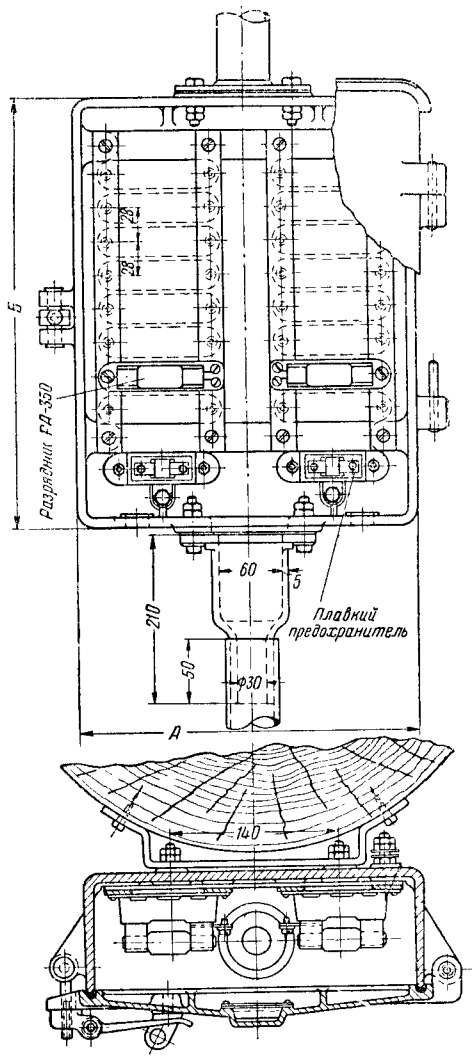


Фиг. 56. Оконечная муфта инж. Фирсова

Смонтированная муфта заливается кабельной массой МК-45.

Кабельные ящики

Кабельные ящики (фиг. 57, табл. 37) на линиях автоблокировки устанавливают на силовых, а также на разрезных промежуточных и переходных опорах.



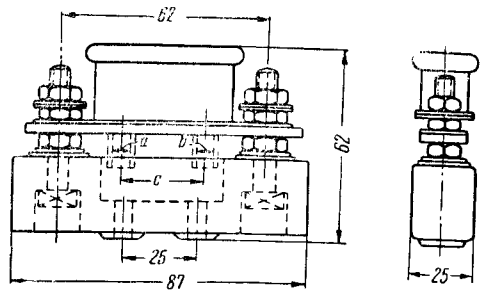
Фиг. 57. Кабельный ящик

В кабельных ящиках монтируют приборы защиты:

1) газонаполненные разрядники типа РА-650 (см. описание и электрические данные на стр. 159) для защиты кабеля и аппаратуры

автоблокировки от опасного и разрушающего действия грозовых разрядов;

2) плавкие предохранители штепсельного типа (фиг. 58, табл. 38) для отключения линей



Фиг. 58. Плавкий предохранитель штепсельного типа

ного силового трансформатора в случае возникновения короткого замыкания в цепи низкого напряжения.

Таблица 38

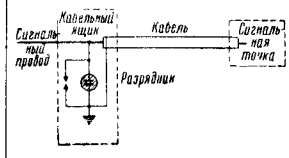
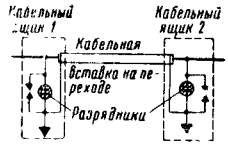
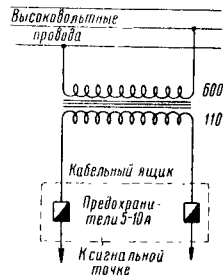
Осиовные даиные предохраиителей штепсельиого тнпа

Тип	Величина тока в *а*		Размеры в *мм*		
	номинальная	плавления	*a*	*b*	*c*
1	5	10+15%	6	4	23
2	10	20+15%	6	6	23

Типовые схемы включения приборов защиты в кабельных ящиках приведены в табл. 39.

Таблица 39

Типовые схемы включеиия приборов защиты в кабельных ящиках

Схема включения	В каком случае применяется
	При разрезе сигнальных проводов на силовых и промежуточных разрезных опорах
	При включении сигнальных проводов в кабель на кабельной вставке в воздушную линию
	На всех силовых опорах

КОНСТРУКЦИЯ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ И СЦБ

Классификация кабелей

Применяемые в устройствах связи и СЦБ кабели различаются по своей конструкции и назначению.

Подробные характеристики кабелей различных марок приведены ниже, а маркировка кабелей с указанием области их применения дана в табл. 40.

Телефонные кабели с воздушно-бумажной изоляцией

Телефоиные кабели с воздушно-бумажной изоляцией изготовляют с медными жилами диаметром 0,5; 0,6 и 0,7 *мм*. Скрутка жил парная.

Конструкция и назначение изготовляемых кабелей приведены в табл. 41.

Число пар в кабелях в зависимости от марки кабеля и диаметра жил соответствует данным табл. 42.

Наружный диаметр кабелей марки ТГ приведён в табл. 43.

Электрические характеристики кабелей связи с воздушно-бумажной изоляцией приведены в табл. 44.

Кабели телефонные распределительные

Кабели ТРК изготовляют с медными жилами диаметром 0,5 *мм*, изолированными двойным слоем хлопчатобумажной пряжи с числом пар: 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 70, 80 и 100. Защитный покров кабелей ТРК — свинцовая оболочка.

Наряду с однопарным кабелем ТРК для прокладки абонентских линий применяют однопарный кабель ТРВК с полихлорвиниловой оболочкой.

Этот кабель изготовляют с жилами 0,5 *мм*. Максимальное сопротивление постоянному току одиночной жилы этого кабеля не превышает $95 \frac{ом}{км}$. Сопротивление изоляции между жилами кабеля при 20° не менее $50 \frac{мгом}{км}$, а электрическая прочность такова, что он выдерживает, не пробиваясь, напряжение 500 *в* переменного тока.

Промышленностью также освоено изготовление многопарных распределительных кабелей с полихлорвиниловой изоляцией ёмкостью 5, 10, 20 и 30 пар.

Таблица 40

Марки и область применения кабелей

Наименование кабелей	Марка	Краткая характеристика кабеля	Преимущественная область применения
Телефонные	ТГ, ТБ, ТП, ТК, ТА и ТБГ	С парной скруткой жил с воздушно-бумажной изоляцией	Для линий местных телефонных сетей железнодорожных станций и узлов
Телефонные распределительные	ТРК	С парной скруткой жил с хлопчатобумажной изоляцией	Для распределительной сети местной телефонной связи
	ТРВК, ТРВКШ	С изоляцией из полихлорвинила	
Комбинированные	ТДСГ, ТДСБ, ТДСП и ТДСК	С кордельно-бумажной изоляцией с жилами, свитыми по способу парной, двойной парной скрутки или скрутки звездой	Для пригородной связи и для передачи программ радиовещания
	МКГ, МКБ, МКП и МКК	С кордельно-бумажной изоляцией с четвёрками, скрученными звездой и имеющими экранированные пары	Для междугородной телефонно-телеграфной связи на высокой частоте и для передачи вещания
	ТЗСГ, ТЗСБ, ТЗСП, ТЗСК	С кордельно-стирофлексной изоляцией жил, скрученных в четвёрки звездой	Для междугородной телефонно-телеграфной связи на высокой частоте
	КЖ	Комбинированные, содержащие четвёрки со звездной скруткой, с кордельно-бумажной и кордельно-стирофлексной изоляцией жил	Для каблирования магистральных и внутридорожных линий связи МПС, а также для ввода воздушных линий связи в станции и узлы
Вводные телефонно-телеграфные	ТЗГ, ТЗБ, ТЗП, ТЗК, ТЗБГ и ТЗПГ	С кордельно-бумажной изоляцией жил, скрученных в четвёрки звездой	Для каблирования телефонно-телеграфных узлов, вводов и переходов воздушных линий через железные дороги и реки, а также для устройства соединительных линий между районными АТС и для кабельных магистралей дальней связи небольшого протяжения
	ТЗЭГ, ТЗЭБ, ТЗЭП, ТЗЭК, ТЗЗБГ и ТЗЭПГ	С кордельно-бумажной изоляцией жил, скручённых в четвёрки звездой. Четвёрки экранированные	
Коаксиальные		Состоящие из внутреннего проводника, заключённого в трубу, являющуюся внешним проводником, с изоляцией между проводником и трубой из стирофлекса, фреквенты или полиэтилена	Для междугородной телефонно-телеграфной связи и телевизионных передач, а также для устройства питающих фидеров радиопередатчиков
Сигнальные	СОГ, СОА, СОБ, СОБГ, СОП, СОПГ и СОК	С простой кабельной скруткой жил Изоляция жил бумажно-масляная	Для сигнальных цепей в устройствах сигнализации, централизации и блокировки, а также для каблирования телеграфных проводов в узлах и на переходах
Контрольные	КСГ, КСА, КСБ, КСБГ, КСП, КСПГ, КСК, КСРГ, КСРА, КСРБ, КСРБГ, КСРП, КСРПГ, КСРК, КРО, КРШ, КНРГ, КНРБГ, КНРПГ, КВРГ, КВРБГ, КВРПГ	С пропитанной бумажной изоляцией или с резиновой изоляцией жил	Для сигнальных цепей в устройствах сигнализации, централизации и блокировки в случаях, когда неэкономично увеличивать сечение проводов путём дублирования жил сигнальных кабелей
Педальные	КПБ	Двухжильные и трёхжильные с резиновой изоляцией жил. Каждая жила состоит из медных лужёных проволок	Для присоединения педалей и в других отдельных случаях, когда требуются кабели с небольшим количеством жил
Силовые	СГ, СА, СБ, СП, СК, СБГ, СПГ, СБВ и СБГВ	Высоковольтные, на напряжение от 1 до 10 *кв*, одножильные, двух-, трёх- и четырёхжильные с бумажной изоляцией, пропитанной изолирующим составом	Для передачи и распределения электроэнергии, питающей устройства СЦБ

Таблица 41

Конструкция и назначение кабелей с воздушно-бумажной изоляцией

Марка кабеля	Конструкция кабеля	Назначение кабеля
ТГ	Освинцованный, голый	Для прокладки в канализации, по стенам зданий и для подвески на тросе по опорам воздушных линий
ТА	Освинцованный, асфальтированный	Для прокладки в местах с наличием паров, газов и кислот, разрушающе действующих на свинцовую оболочку, но не действующих на асфальтировку
ТБ	Освинцованный, бронированный двумя стальными лентами	Для непосредственной прокладки в земле
ТБГ	Освинцованный, бронированный двумя стальными лентами, покрытыми вязким компаундом или лаком	В тех же условиях, что и кабель марки ТА, а также для прокладки в тоннелях
ТП	Освинцованный, бронированный плоскими (сегментными) стальными оцинкованными проволоками	Для вертикальной прокладки в шахтах, в земле при уклоне, большем 45°, в почвах, подверженных смещениям, а также в малых несудоходных водных бассейнах
ТК	Освинцованный, бронированный круглыми стальными оцинкованными проволоками	Для подводной прокладки в судоходных реках, озёрах и морях

Таблица 42

Число пар кабелей с воздушно-бумажной изоляцией

Марка кабеля	Диаметр жил в *мм*		
	0,5	0,6	0,7
	Количество пар		
ТГ	5—1 200	5—800	5—600
ТА, ТБ, ТБГ, ТП	5—600	5—600	5—600
ТК	20—600	20—600	20—600

Таблица 43

Наружный диаметр кабелей марки ТГ

Номинальное количество пар	Диаметр жил в *мм*			Номинальное количество пар	Диаметр жил в *мм*		
	0,5	0,6	0,7		0,5	0,6	0,7
	Максимальный наружный диаметр кабеля в *мм*				Максимальный наружный диаметр кабеля в *мм*		
5	8	9	10	300	39	44	55
10	10	11	13	400	43	50	63
20	12	14	17	500	48	56	69
30	14	17	21	600	52	61	75
50	17	21	25	700	57	67	—
80	20	25	31	800	60	71	—
100	23	28	33	900	64	—	—
150	27	33	40	1 000	67	—	—
200	31	38	45	1 200	72	—	—

Эти кабели имеют марку ТРВКШ и содержат жилы диаметром 0,5 *мм*. Каждую жилу покрывают сплошным слоем полихлорвинилового пластиката. Две изолированные жилы скручивают в пару, а пары между собой. Скрученные в кабель пары заключаются в шланг из полихлорвинилового пластиката.

Таблица 44

Электрические характеристики кабелей с воздушно-бумажной изоляцией

Наименование характеристики	Единица измерения	Кабели с жилами диаметром в *мм*		
		0,5	0,6	0,7
Максимальное сопротивление постоянному току одиночной жилы при температуре 20°С	*ом/км*	95	65,8	48
Рабочая ёмкость между жилами пары при частоте 800 *гц* при числе пар до 50:				
средняя	*мкф/км*	0,050	0,041	0,042
наибольшая	Тоже	0,055	0,045	0,046
при числе пар более 50:				
средняя	»	0,050	0,039	0,040
наибольшая	»	0,055	0,043	0,044
Ёмкость отдельной жилы по отношению ко всем остальным, соединённым со свинцовой оболочкой, измеренная постоянным током при числе пар до 50:				
средняя	»	0,083	0,068	0,070
наибольшая	»	0,091	0,075	0,077
при числе пар более 50:				
средняя	»	0,083	0,065	0,067
наибольшая	»	0,091	0,072	0,073
Минимальное сопротивление изоляции каждой жилы по отношению ко всем остальным жилам, соединённым со свинцовой оболочкой, при температуре 20°С	*мгом/км*	2 000		
Прочность изоляции жил кабеля такова, что он выдерживает в течение 2 мин. между жилами и между жилами и свинцовой оболочкой напряжение переменного тока частотой 50 *гц*	*в*	500		

Электрические характеристики кабеля ТРК и ТРВКШ приведены в табл. 45.

Таблица 45

Электрические характеристики кабелей ТРК и ТРВКШ

Наименование характеристики	Единица измерения	Значение характеристик для кабелей марок	
		ТРК	ТРВКШ
Максимальное сопротивление постоянному току одиночной жилы при 20°С	$\frac{ом}{км}$	95	95
Ёмкость электрическая одиночной жилы по отношению ко всем остальным, соединённым вместе и со свинцовой оболочкой (землёй)	$\frac{мкф}{км}$	0,2	0,25*
Ёмкость электрическая рабочая между жилами пары при частоте 800 *гц*	То же	0,1	—
Минимальная величина сопротивления изоляции отдельной жилы по отношению к остальным жилам, соединённым с оболочкой (землёй) при 20°С не менее	$\frac{мгом}{км}$	200	40
Электрическая прочность изоляции кабеля такова, что выдерживает в течение 3 мин. напряжение:			
постоянного тока . . .	*в*	500	—
переменного тока частотой 50 *гц*	»	300	300

* Для 25% жил допускается повышение ёмкости до 0,3 $\frac{мкф}{км}$.

Комбинированные кабели с кордельно-бумажной изоляцией

Комбинированные кабели с кордельно-бумажной изоляцией разделяются по конструкции на одноповивные и двухповивные и могут быть заказаны заводу с определённым сочетанием экранированных и неэкранированных четвёрок и пар.

Одноповивные кабели представляют собой сочетание из экранированных пар с диаметром жил 1,2 и 1,4 *мм* в комбинации с равновеликими (по диаметру) усиленными шестёрками с жилами диаметром 0,8 *мм* или сочетание из экранированных пар с диаметром жил 0,9 *мм* в комбинации с равновеликими (по диаметру) усиленными четвёрками с диаметром жил 0,8 *мм*.

Двухповивные кабели содержат в центральном повиве экранированные пары с диаметром жил 0,9; 1,0; 1,2 или 1,4 *мм*, а во внешнем повиве пары или четвёрки, скрученные звездой с диаметром жил 0,7; 0,8 или 0,9 *мм*.

Конструктивные комбинации, получившие практическое применение для одноповивных кабелей, приведены в табл. 46, а для двухповивных кабелей — в табл. 47.

Таблица 46

Типы одноповивных комбинированных кабелей

Тип кабеля	Конструкция кабеля
I	1×2 экр*×1,2+2×(3×2×0,8) 1×2 экр×1,4+2×(3×2×0,8)
II	2×2 экр×1,2+3×2×0,8 2×2 экр×1,4+3×2×0,8
III	2×2 экр×1,2+2×(3×2×0,8) 2×2 экр×1,4+2×(3×2×0,8)
IV	3×2 экр×1,2+3×2×0,8 3×2 экр×1,4+3×2×0,8
V	3×2 экр×1,2+4×(3×2×0,8) 3×2 экр×1,4+4×(3×2×0,8)
VI	4×2 экр×1,2+3×(3×2×0,8) 4×2 экр×1,4+3×(3×2×0,8)
VII	1×2 экр×0,9+2×4×0,8
VIII	2×2 экр×0,9+1×4×0,8
IX	2×2 экр×0,9+2×4×0,8
X	3×2 экр×0,9+1×4×0,8
XI	4×2 экр×0,9+3×4×0,8
XII	3×2 экр×0,9+4×4×0,8

* экр — экранированная пара, четвёрка, шестёрка или восьмёрка жил.

Таблица 47

Типы двухповивных комбинированных кабелей

Число экранированных пар в центральном повиве	Число элементов во внешнем повиве комбинированного кабеля					
	1×4×0,7	1×4×0,8	1×4×0,9	1×2×0,7	1×2×0,8	1×2×0,9
1×2 экр*×0,9	8	7	7	9	9	9
1×2 экр×1,0	9	8	8	10	10	10
1×2 экр×1,2	9	9	9	11	11	10
1×2 экр×1,4	9	9	9	11	11	10
2×2 экр×0,9	12	11	11	11	13	13
2×2 экр×1,0	14	13	13	16	15	15
2×2 экр×1,2	15	14	14	17	16	16
2×2 экр×1,4	15	15	14	18	17	16
3×2 экр×0,9	12	12	12	14	14	13
3×2 экр×1,0	14	14	13	17	16	15
3×2 экр×1,2	15	15	14	17	17	16
3×2 экр×1,4	16	15	15	18	18	17
4×2 экр×0,9	12	12	12	17	16	15
4×2 экр×1,0	15	14	14	20	19	18
4×2 экр×1,2	16	15	15	21	20	19
4×2 экр×1,4	17	16	15	22	21	20

* См. примечание к табл. 46.

Конструкция защитных покровов и назначение комбинированных кабелей приведены в табл. 48, а электрические характеристики — в табл. 49.

Предельные значения ёмкостной связи и ёмкостной асимметрии комбинированных кабелей для строительной длины 230 *мм* не должны превышать величин, указанных в табл. 50.

Кабели с кордельно-бумажной изоляцией для высокочастотной связи. Кабели данного типа, предназначенные для высокочастотной связи, изготовляют ёмкостью в 3, 4, 7, 12 и 14 четвёрок, скрученных по способу звезды, с диаметром жил 1,2 *мм*. В зависимости от конструкции защитного покрова эти кабели обозначаются МКГ, МКБ, МКП и МКК (две первые буквы означают междугородный кабель, а последняя—вид защитного покрова).

Конструкция защитных покровов этих кабелей та же, что и у кабелей для передачи тональной частоты марок ТДСГ, ТДСБ и т. д.

Электрические характеристики кабелей с кордельно-бумажной изоляцией для высокочастотной связи приведены в табл. 51, а предельные значения ёмкостной связи и ёмкостной асимметрии для строительных длин кабелей, равных 425 *м*, в табл. 52.

Кабели с кордельно-стирофлексной изоляцией для высокочастотной связи. Кабели данного типа, предназначенные для высокочастотной связи, изготовляют ёмкостью в 1, 3, 4 и 7 четвёрок, скрученных по способу звезды. Эти кабели имеют медные жилы диаметром 1,2 *мм*. Строительная длина кабелей 286 *м*.

В зависимости от конструкции защитного покрова эти кабели имеют марки ТЗСГ, ТЗСБ, ТЗСП и ТЗСК (первые три буквы означают — телефонные кабели со звёздной скруткой и изоляцией из стирофлекса, а последняя — вид защитного покрова).

Электрические характеристики кабелей с кордельно-стирофлексной изоляцией, предназначенных для высокочастотной телефонно-телеграфной связи, приведены в табл. 53.

Допускаемые значения коэфициентов ёмкостной связи не должны превышать величин, указанных в табл. 54.

Комбинированные кабели типа КЖ

Для каблирования линий железнодорожной связи разработаны специальные кабели типа КЖ (комбинированные железнодорожные). Эти кабели позволяют осуществлять

Таблица 48

Конструкция защитных покровов и назначение комбинированных кабелей

Марка кабеля	Конструкция защитного покрова	Назначение кабеля
ТДСГ	Освинцованный, голый	Служит для прокладки в канализации, по стенам зданий и по опорам воздушных линий
ТДСБ	Освинцованный и бронированный двумя стальными лентами	Служит для непосредственной прокладки в земле
ТДСП	Освинцованный и бронированный плоскими (сегментными) стальными оцинкованными проволоками	Служит для прокладки в шахтах (вертикально), в земле при уклоне более 45°, в почвах, подверженных смещениям, а также для подводной прокладки в малых, несудоходных спокойных реках
ТДСК	Освинцованный и бронированный круглыми стальными оцинкованными проволоками	Служит для прокладки в судоходных реках, озёрах и морях

Таблица 49

Электрические характеристики комбинированных кабелей с кордельно-бумажной изоляцией

Электрические характеристики	Единица измерения	Диаметр жил в *мм*				
		0,8	0,9	1,0	1,2	1,4
Сопротивление жилы постоянному току при 20°С не более	*ом/км*	36,1	28,5	23,5	16,4	11,9
Ёмкость рабочая основных пар в неэкранированных группах при 20°С не более	*мкф/км*	0,035	0,035	0,035	0,036	0,036
То же для экранированных основных пар	То же	0,036	0,036	0,036	0,038	0,038
То же для искусственных цепей при скрутке по способу звезды	»	0,098	0,098	0,098	0,101	0,101
То же для двойной парной скрутки	»	—	0,058	0,058	0,060	0,060
Сопротивление изоляции кабеля при температуре 20°С не менее	*мгом/км*	10 000				

Примечание. Изоляция жил кабелей выдерживает в течение 2 сек. испытательное напряжение с частотой 50 *гц*, приложенное между пучком всех жил и свинцовой оболочкой: в 1 800 *в* (эффективных), если жилы имеют диаметр, равный 1; 1,2 и 1,4 *мм*, и в 1 000 *в* (эффективных), если жилы имеют диаметр 0,8 или 0,9 *мм*. Испытательное напряжение с частотой 50 *гц* между жилами пары составляет 700 эффективных вольт.

Таблица 50

Коэфициенты ёмкостной связи и асимметрии комбинированных кабелей

Условные обозначения	Наименование коэфициентов ёмкостной связи и асимметрии	Допускаемые значения в *мкмкф*	
		средние	максимальные
K_1	Связь между основными цепями в одной четвёрке . .	$40\sqrt{\frac{l}{230}}$	$150\frac{l}{230}$
K_2, K_3	Связь между искусственной и осиовной цепью в одной четвёрке	$75\frac{l}{230}$	$375\frac{l}{230}$
e_1, e_2	Асимметрия между основной цепью и землёй . . .	$150\frac{l}{230}$	$600\frac{l}{230}$
e_3	Асимметрия между искусственной цепью и землёй .	$300\frac{l}{230}$	$1\,200\frac{l}{230}$
K_9—K_{12}	Связь между основными цепями в разных четвёрках	$60\sqrt{\frac{l}{230}}$	$225\frac{l}{230}$
K_5—K_8	Связь между искусственной и основной цепью в разных четвёрках	$60\sqrt{\frac{l}{230}}$	$225\frac{l}{230}$
K_4	Связь между искусственными цепями	$60\sqrt{\frac{l}{230}}$	$225\frac{l}{230}$

Примечание. l—строительная длина кабеля в *м*.

Таблица 51

Электрические характеристики кабелей марок МКГ, МКБ, МКП и МКК

Наименование характеристики	Единица измерения	Значение характеристики
Сопротивление постоянному току кабельной основной двухпроводной цепи при 20°С	*ом/км*	31,9
Ёмкость рабочая основной двухпроводной цепи при 20°С и частоте 800 *гц* . .	*мкф/км*	0,0265
Переходное затухание на дальнем конце для строительной длины кабеля 425 *м* при частоте 60 *кгц*, не менее:		
между парами одной и той же четвёрки . . .	*неп*	9,0
между парами разных четвёрок	»	9,5
Сопротивление изоляции кабеля при постоянном токе и температуре 20°С не менее	*мгом/км*	10 000
Электрическая прочность изоляции	—	См. примечание к табл. 49

Таблица 52

Коэфициенты ёмкостиой связи для строительной длины кабелей марок МКГ, МКБ, МКП и МКК, равной 425 *м*

Условное обозначение	Наименование коэфициентов ёмкостной связи и асимметрии	Допускаемые значения в *мкмкф*	
		средние	наибольшие
K_1	Между парами одной и той же четвёрки . . .	33	125
K_9—K_{12}	Между парами соседних четвёрок того же повива	10	60
K_9—K_{12}	Между парами несоседних четвёрок того же повива	—	20
K_9—K_{12}	Между парами, принадлежащими к четвёркам смежных повивов	10	60
e_1, e_2	Между любой парой и землёй	100	400

по ним работу всех видов магистральной и внутридорожной связи, полуавтоматической блокировки и электрожезловой сигнализации.

Кабели имеют медные жилы диаметром 1,2 *мм*, скрученные в четвёрки звездой. Часть четвёрок, предназначенных для высокочастотной связи, имеет кордельно-стирофлексную изоляцию жил; четвёрки, предназначенные для низкочастотных связей и цепей сигнализации, имеют кордельно-бумажную изоляцию жил.

Кабели могут быть изготовлены ёмкостью 7÷19 четвёрок.

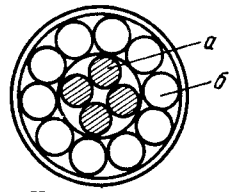
Разрез кабеля ёмкостью на 14 четвёрок показан иа фиг. 59.

Электрические характеристики кабелей КЖ приведены в табл. 55.

Таблица 53

Электрические характеристики кабелей марок ТЗСГ, ТЗСБ, ТЗСП и ТЗСК

Наименование характеристики	Единица измерения	Значение характеристики
Сопротивление постоянному току основной двухпроводной цепи при 20°С	*ом/км*	31,9
Ёмкость рабочая основной двухпроводной цепи при 20°С и при частоте 800 *гц*	*мкф/км*	0,0235
Переходное затухание на дальнем конце для строительной длины кабеля 286 *м* при частоте 60 *кгц*:		
между парами одной и той же четвёрки	*неп*	9,1
между парами разных четвёрок	»	9,6
Сопротивление изоляции кабеля при постоянном токе и температуре 20°С не менее	*мгом/км*	10 000
Электрическая прочность изоляции	—	См. примечание к табл. 49



Фиг. 59. Кабель типа КЖ (разрез): *а*—четвёрки с кордельно-стироФлексной изоляцией; *б*—четвёрки с кордельно-бумажной изоляцией

Комбинированные кабели имеют стандартные защитные покровы и в зависимости от условий прокладки могут изготовляться с ленточной или проволочной бронёй или голые освинцованные.

Таблица 54

Допускаемые значения коэфициентов ёмкостной связи и асимметрии для кабелей марок ТЗСГ, ТЗСБ, ТЗСП и ТЗСК

Обозначение коэфициента связи	Виды связи между цепями и по отношению к земле (оболочке кабеля)	Значения коэфициентов в *мкмкф*	
		средние	максимальные
K_1	Между основными цепями одной четвёрки . .	20	40
K_2, K_3	Между основной и фантомной цепями одной четвёрки	100	200
K_9-K_{12}	Между основными цепями разных четвёрок .	—	20
e_1-e_2	Между основной цепью и землёй	—	300

Коэфициенты ёмкостной связи для строительной длины кабеля типа КЖ, равной 286 *м*, не должны превосходить величин, указанных в табл. 56.

Вводные телефонно-телеграфные кабели

Вводные телефонно-телеграфные кабели изготовляют с неэкранированными и экранированными четвёрками со скруткой жил звездой. Диаметр жил этих кабелей 0,8; 0,9; 1,0; 1,2 и 1,4 *мм*.

По роду защитных покровов и наличию экранировки кабели разделяются на несколько типов, указанных в табл. 57.

Таблица 55

Электрические характеристики кабелей типа КЖ

Наименование характеристики	Единица измерения	Числовое значение характеристики	
		четвёрки со стироФлексной изоляцией	четвёрки с бумажной изоляцией
Сопротивление постоянному току двухпроводной кабельной цепи длиной 1 *км* при 20°С не более	*ом/км*	31,9	31,9
Ёмкость рабочая двухпроводной кабельной цепи при частоте 800 *гц* и температуре 20°С на 1 *км* кабеля не более	*мкф/км*	0,0235	0,023—0,032
Ёмкость рабочая фантомной кабельной цепи при частоте 800 *гц* и температуре 20°С на 1 *км* кабеля не более	»	—	0,082
Сопротивление изоляции между любой жилой и прочими жилами, соединёнными между собой и со свинцовой оболочкой кабеля, при 20 С не менее	*мгом/км*	10 000	10 000
Переходное затухание между основными цепями на дальнем конце для строительной длины кабеля 286 *м* при частоте 60 *кгц* не менее:			
между цепями одной и той же четвёрки	*неп*	9,1	—
между цепями разных четвёрок	»	9,6	—
Электрическая прочность изоляции (см. примечание к табл. 49)			

Таблица 56

Коэфициенты ёмкостной связи и асимметрии кабелей типа КЖ

Коэфициент связи	Вид связей между цепями и по отношению к земле (оболочка кабеля)	Среднее значение в *мкмкф*		Наибольшее значение в *мкмкф*	
		стирофлексная изоляция	бумажная изоляция	стирофлексная изоляция	бумажная изоляция
K_1	Между основными цепями одной четвёрки	20	45	40	165
K_2-K_3	Между основной и фантомной цепями четвёрки	—	—	200	420
K_3-K_{12}	Между основными цепями соседних четвёрок	—	—	20	250
e_1-e_2	Между основной цепью и землёй	—	165	300	660
e_3	Между фантомной цепью и землёй	—	330	—	1 350

Таблица 57

Типы вводных телефонно-телеграфных кабелей

Тип кабеля	Характеристика кабеля
ТЗГ	Голый освинцованный кабель
ТЗЭГ	То же, экранированный
ТЗБ	Кабель, бронированный двумя стальными лентами, с наружным покровом из кабельной пряжи
ТЗЭБ	То же, экранированный
ТЗБГ	Кабель, бронированный двумя стальными лентами, покрытыми вязким компаундом . . . . .
ТЗЭБГ	То же, экранированный
ТЗП	Кабель, бронированный стальными плоскими проволоками, с наружным покровом из кабельной пряжи
ТЗЭП	То же, экранированный
ТЗПГ	Кабель, бронированный стальными плоскими проволоками, без наружного покрова
ТЗЭПГ	То же, экранированный
ТЗК	Кабель, бронированный стальными круглыми проволоками, с наружным покровом из кабельной пряжи
ТЗЭК	То же, экранированный

Ёмкость изготовляемых кабелей зависит от диаметра жил и соответствует данным табл. 58.

Электрические характеристики вводных телефоино-телеграфных кабелей приведены в табл. 59.

Коэфициенты ёмкостной связи для строительной длины вводных телефонно-телеграфных кабелей не должны превосходить величин, указанных в табл. 60.

Концентрические кабели

Концентрические кабели представляют собой гибкую трубу, внутри которой находится проводник, изолированный от трубы корделем или дисками из стирофлекса, фреквенты, полиэтилена и других изоляционных материалов.

Наружный проводник (труба) в этих кабелях состоит из медной или иной ленты, согнутой в трубку с одним или двумя продольными разрезами, имеющую виутренний диаметр от 6,7 до 18 *мм*. Внутренний проводиик состоит из медной проволоки диаметром от 1,83 до 5 *мм*.

Сверху у наружного проводника делают экран, состоящий из двух стальных лент, для защиты концентрических пар от взаимного влияния, а также от влияния радиостанций.

Кабели даиного типа позволяют осуществлять по ним телефонную связь с количеством каналов 200—600; эти кабели используются также для соединения между собой телевизионных центров.

Сигнальные кабели

Сигнальные кабели изготовляют с числом жил 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 12, 16, 19, 21, 24, 27, 30, 33, 37, 42, 48 и 61. Жилы кабеля медные и имеют диаметр 1 *мм* и изоляцию из пропитанной кабельной бумаги.

Таблица 58

Ёмкость вводных телефонно-телеграфных кабелей

Марки кабелей	Диаметр жил кабеля в *мм*		
	0,8 и 0,9	1,0 и 1,2	1,4
	Число четвёрок		
ТЗГ и ТЗБ	3, 4, 7, 12, 14, 19, 24, 27, 30, 37, 44, 48, 52, 61, 75, 80, 91, 102, 103, 114	3, 4, 7, 12, 14, 19, 24, 27, 30, 37, 44, 48, 52, 61	3, 4, 7, 12, 14, 19, 24, 27, 30, 37
ТЗЭГ, ТЗЭБ, ТЗБГ, ТЗЭБГ, ТЗП, ТЗЭП, ТЗПГ, ТЗЭПГ	3, 4, 7, 12, 14, 19, 24, 27, 30, 37	3, 4, 7, 12, 14, 19, 24, 27, 30, 37	3, 4, 7, 12, 14
ТЗК и ТЗЭК	7, 12, 14, 19, 24, 27, 30, 37	3, 4, 7, 12, 14, 19, 24, 27, 30, 37	3, 4, 7, 12, 14

Таблица 59

Электрические характеристики вводных телефонно-телеграфных кабелей

Наименование характеристик	Единица измерения	Числовые значения при диаметре жил в *мм*				
		0,8	0,9	1,0	1,2	1,4
Сопротивление электрическое постоянному току двухпроводной кабельной цепи при 20°С не более . . .	*ом/км*	72,2	57	47	32,8	23,8
Ёмкость рабочая двухпроводной кабельной цепи при частоте 800 *гц* не более:						
экранированные пары	$\frac{мкф}{км}$	0,033÷0,038				
неэкранированные пары	»	0,030÷0,036				
Сопротивление изоляции каждой жилы по отношению ко всем остальным жилам, соединённым со свинцовой оболочкой, при 20°С не менее	*мгом/км*	10 000				
Электрическая прочность кабеля такова, что он выдерживает в течение 2 мин. испытание напряжением переменного тока частотой 50 *гц*:						
между жилами	*в*	700		1 000		
между жилами и свинцовой оболочкой в неэкранированных кабелях	»	1 800		1 800		
между жилами и экраном, соединённым со свинцовой оболочкой	»	1 000		1 800		

Таблица 60

Коэфициенты ёмкостной связи и асимметрии вводных телефонно-телеграфных кабелей

Коэфициент связи	Вид связи между цепями и по отношению к земле (оболочка кабеля)	Среднее значение в *мкмкф*	Максимальное значение в *мкмкф*
K_1	Между основными цепями каждой четвёрки	$75\sqrt{\frac{l}{425}}$	$280\frac{l}{425}$
K_9-K_{10}	Между основными цепями рядом лежащих четвёрок:		
	неэкранированные кабели	$110\sqrt{\frac{l}{425}}$	$420\frac{l}{425}$
	экранированные кабели	$10\sqrt{\frac{l}{425}}$	$20\frac{l}{425}$
K_2-K_8	Между основными и искусственными цепями одной и той же четвёрки	Устанавливается по соглашению при заказе	
e_1-e_2	Между основными цепями и землёй	$280\frac{l}{425}$	$1\,100\frac{l}{425}$

Примечание. l—строительная длина кабеля в *м*.

Скрутка жил сигнальных кабелей простая.

Конструктивные характеристики, классификация по роду защитных покровов и преимущественная область применения сигнальных кабелей приведены в табл. 61.

Электрические характеристики сигнальных кабелей приведены в табл. 62.

Наряду с освинцованными сигнальными кабелями на сетях СЦБ в последнее время находят применение сигнальные кабели в резиновой и полихлорвиниловой оболочке (шланге).

Кабели в резиновой оболочке имеют марку СРШ (сигнальный, с резиновой изоляцией жил, в резиновом шланге). Эти кабели имеют жилы диаметром 1 *мм* и изготовляются на напряжение 500 *в* ёмкостью 3, 5, 7, 9 и 12 жил и на напряжение 220 *в* — ёмкостью от 3 до 48 жил.

Кабели марки СРШ могут прокладываться взамен кабелей марки СОБ.

Кабели в полихлорвиниловой оболочке изготовляются марок СШВБ и СШВБГ и соответственно предназначены для прокладки в тех же условиях, что и кабели марок СОБ и СОБГ.

Кабели марок СШВБ и СШВБГ состоят из медных жил диаметром 1 *мм*. Каждая жила имеет полихлорвиниловую изоляцию. Жилы, скрученные в кабель, заключены в общий полихлорвиниловый шланг, поверх которого у кабелей марки СШВБ наложена ленточная броня и обмотка из кабельной пряжи; кабели марки СШВБГ поверх ленточной брони не имеют обмотки из кабельной пряжи.

Таблица 61

Характеристика сигиальиых кабелей различных марок

Марка кабеля	Конструктивная характеристика	Преимущественное назначеиие
СОГ	Сигнальный, освинцованный, голый	Для прокладкн в канализации и виутри помещений
СОА	Сигнальный, освинцованный и асфальтированный	Для прокладки в местах с наличием паров, газов и кислот, разрушающе действующих на свинцовую оболочку, но не действующих на асфальтировку
СОБ	Сигнальный, освинцованный и бронированный двумя стальными лентами с наружной обмоткой из кабельной пряжи	Для непосредственной прокладки в земле
СОБГ	Сигнальный, освинцованный и бронированный двумя стальными лентами, покрытый вязким компаундом или лаком	В тех же условиях, что и кабель марки СОА, а также для прокладки в шахтах и тоннелях и в пожароопасных помещениях
СОП	Сигнальный, освинцованный и бронированный стальными плоскими проволоками с наружным покровом из кабельной пряжи	Для вертикальной прокладки в шахтах, в земле при уклоне больше 45° в почвах, подверженных смещениям, а также в малых несудоходных водных бассейнах
СОПГ	Сигнальный, освинцованный и бронированный стальными плоскими проволоками без наружной обмотки из кабельной пряжи	Для вертикальной прокладки в шахтах, а также для вертикальной прокладки в пожароопасных помещениях
СОК	Сигнальный, освинцоваиный и бронированный стальными круглыми проволоками с наружным покровом из кабельной пряжи	Для подводной прокладки в судоходных реках, озёрах и морях

Таблица 62

Электрические характеристики сигиальных кабелей

Электрическая характеристика	Единица измерения	Значения
Сопротивление постоянному току жилы кабеля при температуре 20°С, не более . .	$\frac{ом}{км}$	23,5
Ёмкость электрическая каждой жилы кабеля по отношению ко всем другим жилам, соединённым вместе и со свинцовой оболочкой, не более .	$\frac{мкф}{км}$	0,2
Сопротивление изоляции каждой жилы по отношению ко всем остальным жилам, соединённым между собой и со свинцовой оболочкой, не менее	$\frac{мгом}{км}$	250
Изоляция жил кабеля должна выдерживать напряжение переменного тока частотой 50 *гц* в течение 5 мин. . . .	*в*	1 000*
Наибольшее рабочее напряжение кабеля	»	250

* Эффективных.

Контрольные кабели

Контрольные кабели изготовляют с резиновой изоляцией жил сечением 0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 4; 6 и 10 *мм*², а также с изоляцией из пропитанной кабельной бумаги с жилами сечением 1,0; 1,5; 2,5; 4; 6 и 10 *мм*².

Марки контрольных кабелей указаны в табл. 63.

Число жил коитрольных кабелей зависит от сечеиия жил и соответствует даниым табл. 64.

Электрнческие характеристикн контрольных кабелей приведены в табл. 65 и 66.

Педальные кабели

Применяемые в устройствах СЦБ педальные кабели изготовляются ёмкостью в две и три жилы сечеинем 1 *мм*² каждая и соответственно имеют обозначение КПБ-2×1 и КПБ-3×1.

Таблица 63

Марки контрольных кабелей

Марка кабелей с резиновой изоляцией жил	Марка кабелей с изоляцией жил из пропитанной бумаги	Конструкция защитных покровов
КСРГ	КСГ	В свинцовой оболочке, голый
КСРА	КСА	То же асфальтированный
КСРБ	КСБ	» » бронированный стальными лентами с наружным покровом из кабельной пряжи
КСРБГ	КСБГ	В свинцовой оболочке, бронированный стальными лентами, покрытыми вязким компаундом
КСРП	КСП	В свинцовой оболочке, бронированный стальными или плоскими проволоками с наружным покровом из кабельной пряжи
КСРПГ	КСПГ	В свинцовой оболочке, бронированный стальными плоскими проволоками
КСРК	КСК	В свинцовой оболочке, бронированный круглыми стальными проволоками, с наружным покровом из кабельной пряжи

Продолжение табл. 63

Марка кабелей с резиновой изоляцией жил	Марка кабелей с изоляцией жил из пропитанной бумаги	Конструкция защитных покровов
КРО	—	В оплётке, пропитанной противогнилостным составом
КРШ	—	В резиновой шланговой оболочке
КНРГ	—	То же в негорючей оболочке, голый
КНРБГ	—	То же в негорючей оболочке, бронированный стальными лентами, покрытыми вязким компаундом
КНРПГ	—	В резиновой негорючей оболочке, бронированный стальными плоскими проволоками
КВРГ	—	В винилитовой оболочке, голый
КВРБГ	—	В винилитовой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, покрытыми вязким компаундом
КВРПГ	—	В винилитовой оболочке, бронированный стальными плоскими проволоками

Таблица 64

Количество жил в контрольных кабелях

Номинальное сечение жил в *мм*²	Число жил в кабеле
0,75÷2,5	4, 5, 6, 7, 8, 10, 12*, 14, 16*, 19, 24, 30 и 37
4÷10	4, 6, 7, 8, 10

Примечания. 1. Кабели марки КРШ изготовляют также с количеством жил 1, 2 и 3, а марки КРО—с количеством жил 2 и 3.
2. По соглашению изготовляются кабели с двумя различными сечениями жил.

* Только в кабелях с изоляцией жил кабельной бумагой.

Таблица 65

Электрические характеристики контрольных кабелей

Электрическая характеристика	Единица измерения	Значения
Сопротивление постоянному току жилы кабеля при температуре 20°С, пересчитанное на 1 *мм*² номинального сечения, не более	$\frac{ом}{км}$	18,4
Сопротивление изоляции каждой жилы с изоляцией из пропитанной кабельной бумаги по отношению ко всем остальным жилам, соединённым со свинцовой оболочкой при 20°С, не менее	$\frac{мгом}{км}$	100
Напряжение номинальное рабочее:		
переменного тока	*в*	500
постоянного тока	»	1 000
В готовом виде кабель должен выдерживать в течение 5 мин. напряжение переменного тока частотой 50 *гц* . .	»	2 000

Каждая жила педального кабеля состоит из семи медных лужёных проволок диаметром 0,43 *мм*. Сопротивление постоянному току жилы кабеля длиной 1 *км* при 20°С не превышает 18,4 *ом*.

Жилы кабеля имеют изоляцию из вулканизированной резины, радиальная толщина которой 1 *мм*. Жилы кабеля скручены вместе с заполнителем из джута или пеньки, обмотаны миткалевой лентой и заключены в свинцовую оболочку.

Поверх свинцовой оболочки наложены подушка из пропитанного волокнистого материала и затем броня из круглых проволок диаметром 1,4÷1,8 *мм* или броня из двух стальных лент толщиной 0,3 *мм* и шириной 15 *мм*. Сверху брони на кабель наложена защитная наружная пропитанная обмотка из кабельной пряжи.

Наружный диаметр кабеля марки КПБ-2×1 равен 20,3 *мм*, а кабеля марки КПБ-3×1—20,8 *мм*.

Таблица 66

Сопротивление 1 *км* жилы кабеля постоянному току при 20°С

Наименование жилы	Сечение жилы в *мм*²						
	0,75	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10,0
	Сопротивление в *ом* не более						
Медная	24,52	18,4	12,3	7,36	4,6	3,07	1,84

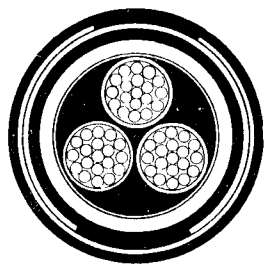
Силовые кабели

Силовые кабели применяются в устройствах СЦБ в качестве вставок в воздушные высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки, а также для передачи и распределения электроэнергии постоянного и переменного тока в устройствах электрической централизации.

В устройствах СЦБ применяются силовые кабели на рабочее напряжение до 10 *кв*.

Изготовляются силовые кабели с одной, двумя или тремя жилами сечением от 1,5 до 800 *мм*², изолированными пропитанной кабельной бумагой.

По конструкции и по роду защитных покровов силовые кабели подразделяются на марки, указанные в табл. 67.



Фиг. 60. Силовой кабель с круглыми жилами

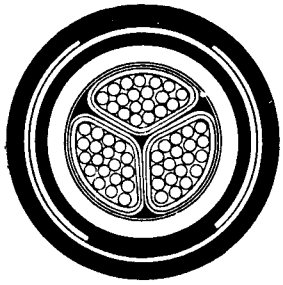
Сечение жил силовых кабелей в зависимости от числа жил и номинального напряжения, на передачу которого рассчитан кабель, приведено в табл. 68.

Жилы силовых кабелей сечением до 16 *мм*² выполняются круглой формы (фиг. 60),

Таблица 67

Конструкция и назначение силовых кабелей

Марка кабеля	Конструктивная характеристика	Преимущественное назначение
СГ	Освинцованный, голый с поясной изоляцией	Для прокладки в канализации, внутри помещений, в тоннелях и т. п., при условии отсутствия возможности механических повреждений
СА	Освинцованный и асфальтированный с поясной изоляцией	Для прокладки при тех же условиях, что и для кабеля марки СГ, но при наличии газов и кислот, разрушающе действующих на свинцовую оболочку, но не действующих на защитный покров
СБ	Освинцованный и бронированный двумя стальными лентами с поясной изоляцией	Для прокладки в земле
СП	Освинцованный и бронированный плоскими стальными проволоками с поясной изоляцией	Для прокладки в земле, когда кабель подвергается значительным растягивающим усилиям
СК	Освинцованный и бронированный круглыми стальными проволоками с поясной изоляцией	Для подводной прокладки
СБГ и СПГ	Освинцованные и бронированные без верхнего покрова из кабельной пряжи	Для прокладки в помещениях, в том числе пожароопасных и тоннельных
СБВ и СБГВ	По типу марок СБ и СБГ, но с осушенной изоляцией	Для прокладки на вертикальных участках в соответствии с условиями прокладки кабелей марок СБ и СБГ при разности уровней до 50 *м* включительно, при условии промежуточных креплений кабеля



Фиг. 61. Силовой кабель с секторными жилами

Таблица 68

Сечение жил силовых кабелей

Число жил	Марка	Номинальное напряжение в *кв*			
		1	3	6	10
		Номинальное сечение жил в *мм²*			
1	СГ, СА	1,5—800	4—800	10—800	16—625
	СБ, СБГ	4—800	4—800	10—800	16—625
	СК	4—800	4—800	10—800	16—625
	СП, СПГ	4—800	4—800	—	—
2	СГ, СА, СБ, СБГ	1,5—150	4—120	10—95	—
	СП, СПГ	1,5—150	4—120	—	—
3	СГ, СА, СБ, СБГ	1,5—240	4—240	10—240	10—240
	СП, СПГ	1,5—240	4—240	10—240	16—240
	СК	10—240	10—240	16—240	16—240
1, 2, 3	СБВ, СБГВ	4—120	4—120	—	—

а если сечение превышает 25 *мм²*, то применяют сегментные или секторные, жилы (фиг. 61).

Основные электрические характеристики силовых кабелей приведены в табл. 69.

Таблица 69

Электрические характеристики силовых кабелей

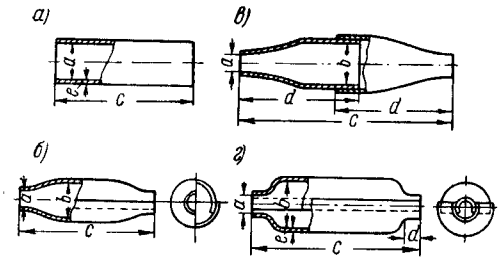
Наименование характеристики	Единица измерения	Числовые значения
Электрическое сопротивление постоянному току 1 *м* жилы кабеля сечением 1 *мм²* при 20°С не более	*ом*	0,0184
Сопротивление изоляции жилы кабеля постоянному току при 20°С не менее: для кабелей 1 и 3 *кв*	$\frac{мгом}{км}$	50
для кабелей 6 *кв* и выше	»	100
Диэлектрическая прочность кабеля: одножильные кабели на номинальное напряжение до 1 *кв* должны выдерживать испытательное напряжение однофазного тока частотой 50 *гц*	*кв*	3
то же, одножильные кабели на номинальное напряжение 3, 6 и 10 *кв*	»	$U_{исп}=2{,}75\times U_{ном}$
многожильные кабели с поясной изоляцией	»	$U_{исп}=2{,}2\times U_{ном}+1$ *кв*

МАТЕРИАЛЫ И АРМАТУРА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ И СЕТЕЙ

ЛИНИИ И СЕТИ СВЯЗИ

Свинцовые соединительные и разветвительные муфты

Свинцовые соединительные муфты, применяемые для соединения отдельных кусков кабеля, изготовляют четырёх типов: цилиндрические без разреза (фиг. 62, *а*), с продольным разрезом (фиг. 62, *б*), с поперечным разрезом (фиг. 62, *в*) и с двумя продольными разрезами (фиг. 62, *г*).

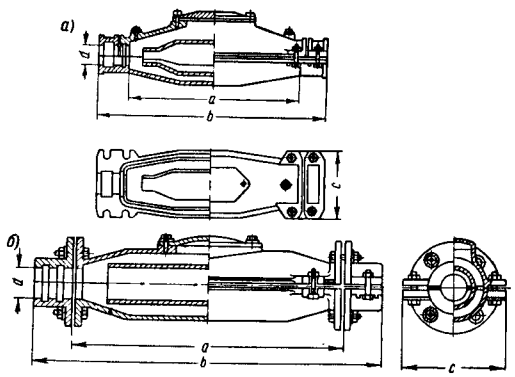


Фиг. 62. Соединительные свинцовые муфты: *а*—цилиндрическая, без разреза; *б*—с продольным разрезом; *в*—с поперечным разрезом; *г*—с двумя продольными разрезами

Размеры и вес свинцовых соединительных муфт приведены в табл. 70.

Чугунные соединительные муфты

Свинцовые соединительные муфты бронированных кабелей защищают от механических повреждений при помощи чугунных муфт. Размеры чугуиных муфт старого (фиг. 63, *а*) и нового (фиг. 63, *б*) типов приведены в табл 71. Размеры чугунных муфт старого (фиг. 64, *а*) и нового (фиг. 64, *б*) типов, применяемых для защиты конденсаторных свинцовых муфт, приведены в табл. 72.



Фиг. 63. Чугунные соединительные муфты: *а*—старого типа; *б*—нового типа

Таблица 70

Размеры и вес соединительных свинцовых муфт для кабелей связи

Тип муфты	Размеры в *мм*					Вес в *кг*	Преимущественное назначение муфты
	a	*b*	*c*	*d*	*e*		
Цилиндрическая без разреза	50	—	250	—	2,5	1,1	Для соединения голых и бронированных кабелей
	60	—	300	—	3	2,1	
	70	—	400	—	3	3,3	
	95	—	500	—	3	5,7	
	115	—	600	—	3	8,1	
С продольным разрезом	20	55	240	—	—	1,3	Для соединения голых и бронированных кабелей
	30	64	290	—	—	1,8	
	40	75	350	—	—	2,7	
	50	95	380	—	—	3,7	
	60	105	440	—	—	5,5	
	70	115	500	—	—	6,1	
	80	130	560	—	—	8,3	
	90	145	590	—	—	11,6	
С поперечным разрезом	20	50	240	135	—	1,2	Для соединения голых кабелей
	30	59	320	175	—	1,5	
	40	73	370	200		2,5	
	50	88	420	230	—	4,4	
	60	103	470	255	—	5,7	
	70	118	520	280	—	6,1	
	80	132	570	305	—	9,7	
	90	146	620	330	—	12,6	
	100	161	670	355	—	16,0	
С двумя продольными разрезами	35	130	450	30	3	6,2	В спайках кабеля с включением симметрирующих конденсаторов (конденсаторные муфты)
	55	180	590	40	4	12,6	
	65	230	720	35	4	22,3	
	80	280	790	40	4	30	
	80	280	940	40	4	35,8	

Таблица 71

Размеры и вес чугунных соединительных муфт

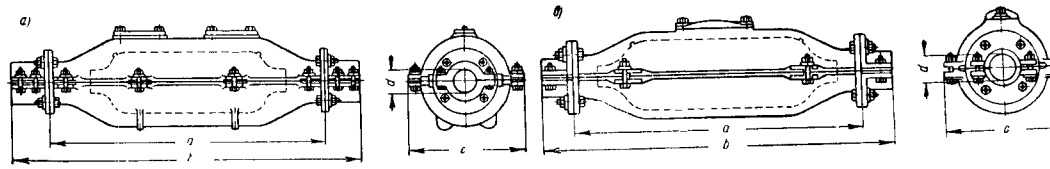
Размеры в *мм*				Вес в *кг*		Данная муфта соответствует типу свинцовой муфты по размеру *а* на фиг. 62 в *мм*	
a	*b*	*c*	*d*	муфты	заливочной массы (ориентировочно)	с продольным разрезом (фиг. 62,*б*)	цилиндрическая без разреза (фиг. 62,*а*)
Муфты старого типа (фиг. 63, а)							
300	410	100	35	6,8	0,8	20	50
360	500	125	45	9,4	1,5	30	60
410	570	145	55	16,0	2,5	40	60
460	626	160	65	19,0	3,2	50	70
560	740	170	75	22,5	4,5	60	70
700	912	180	85	37,5	6,5	70	95
750	980	200	95	42,5	7,8	80—90	115
Муфты нового типа (фиг. 63, б)							
325	425	130	40	8,1	1,2	20	50
400	515	150	50	12,7	2,0	30	60
500	615	180	60	17,5	2,9	40—50	70
625	755	220	80	30,0	5,5	60—70	95
725	855	235	100	45,0	8,3	80—90	115

При прокладке подводных кабелей применяют стяжные защитные чугунные муфты с наружными (фиг. 65) и внутренними (фиг. 66) стяжными болтами.

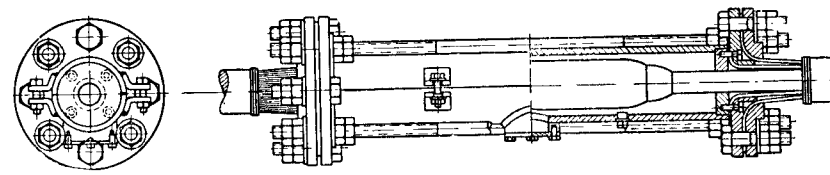
Таблица 72

Размеры и вес чугунных конденсаторных муфт

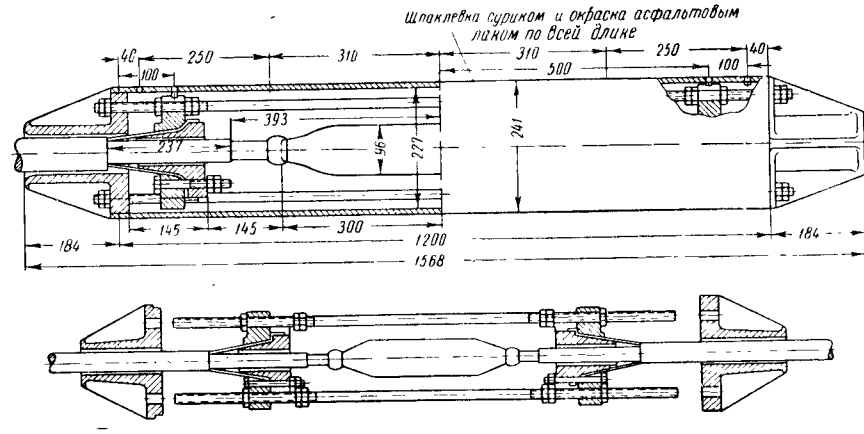
Размеры в *мм*				Вес в *кг*		Данная муфта соответствует типу свинцовой муфты по размеру *а* на фиг. 62, *г* в *мм*
a	*b*	*c*	*d*	муфты	заливочной массы (ориентировочно)	
Муфты старого типа (фиг. 64, а)						
560	680	254	46	29,5	3,7	35
750	970	316	65	59,0	8,1	55
880	1 100	366	85	71,0	10,5	65
950	1 170	420	105	91,0	13,5	80
Муфты нового типа (фиг. 64, б)						
550	665	225	50	28,0	3,3	35
700	815	300	60	41,0	7,2	55
830	960	350	80	53,0	9,5	65
930	1 060	400	100	80,0	12,5	80



Фиг. 64. Чугунные конденсаторные муфты: *а*—старого типа; *б*—нового типа



Фиг. 65. Защитная стяжная чугунная муфта с наружными болтами



Фиг. 66. Защитная стяжная чугунная муфта с внутренними болтами

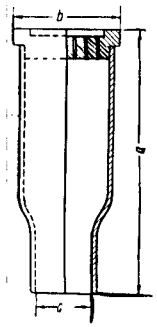
Оконечные и разветвительные муфты

Оконечные свинцовые муфты применяют двух типов. Первый тип (фиг. 67) с одной крышкой применяется для разделки кабелей в сухих помещениях; размеры этих муфт приведены в табл. 73.

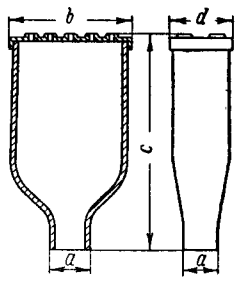
Таблица 73

Размеры свинцовых оконечных муфт (фиг. 67)

№ муфт	Размеры в *мм*			№ муфт	Размеры в *мм*		
	a	*b*	*c*		*a*	*b*	*c*
1	150	40	10	6	200	70	25
2	150	40	15	7	200	70	28
3	185	50	19	8	250	102	25
4	185	50	22	9	250	102	30
5	200	60	21	10	250	102	36



Фиг. 67. Оконечная свинцовая муфта с одной крышкой



Фиг. 68. Прямоугольная разветвительная муфта

Второй тип оконечных муфт с двумя крышками применяют для разделки кабелей в кабельных будках, а также в кабельных ящиках, устанавливаемых на кабельных опорах.

Распайку линейного кабеля на распределительные кабели производят в разветвительных муфтах круглой и прямоугольной формы. Прямоугольные муфты (фиг. 68) изготовляют свинцовые и стальные по размерам, указанным в табл. 74.

Боксы и распределительные коробки

Кабельные боксы (фиг. 69) для оконечной заделки кабелей с воздушно-бумажной изоляцией на местных телефонных сетях изготовляются ёмкостью на 20, 30, 50 и 100 пар. Размеры и орнентировочный вес боксов этого типа приведены в табл. 75.

Таблица 74

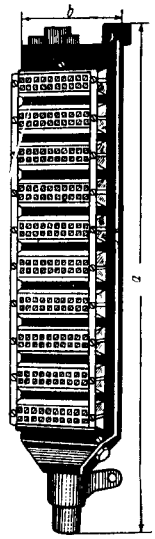
Размеры и вес прямоугольных разветвительных муфт (фиг. 68)

Материал муфт	Размеры в *мм*				Вес в *кг*
	a	*b*	*c*	*d*	
Свинец	55	280	475	95	16
	70	280	475	130	18
	80	370	475	130	23
Сталь	50	190	320	90	2,1
	55	280	410	130	3,9
	70	280	410	130	3,9
	85	370	480	130	5,0

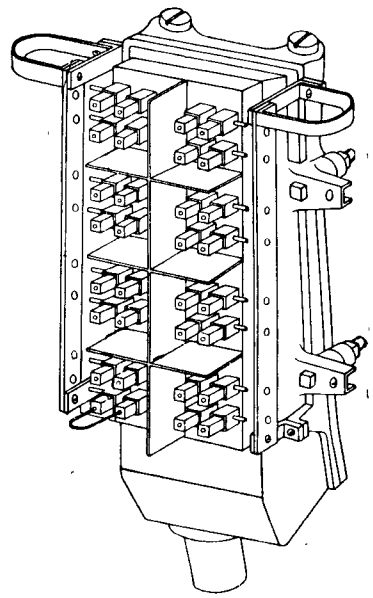
Таблица 75

Размеры боксов для кабелей с воздушно-бумажной изоляцией (фиг. 69)

Тип боксов	Ёмкость	Размеры в *мм*			Приблизительный вес в *кг*
		длина *a*	ширина *b*	внутренний диаметр втулки	
БК-20	20×2	148	118	15	2,5
БК-30	30×2	188	118	19	3,2
БК-50	50×2	268	118	22	4,5
БК-100	100×2	517	118	25	8,5



Фиг. 69. Бокс для кабелей с воздушно-бумажной изоляцией



Фиг. 70. Экранированный бокс

Для включения четвёрок, используемых для высокочастотных связей, а также для включения экранированных пар на междугородных линиях связи применяют восьмипарные экранированные боксы (фиг. 70). Для включения четвёрок, используемых для низкочастотных цепей, применяют боксы, аналогичные изображённому на фиг. 70, но без экранирующих перегородок (простые). В сырых помещениях устанавливают герметнческие боксы с наружной чугунной крышкой.

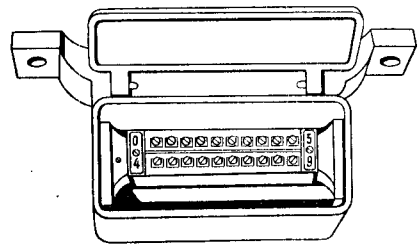
Ориентировочные размеры некоторых типов боксов для кордельных кабелей приведены в табл. 76.

Распределнтельные коробкн (фиг. 71) предназначены для соединения десятипарного распределительного кабеля местных телефонных сетей с однопарными кабелями, отходящими к телефонным аппаратам. Изготовляют коробки из чугуна и в них для соеднннения жил

Таблица 76

Ориентировочные размеры боксов для кордельных кабелей

Тип бокса	Ёмкость	Размеры в *мм*	
		длина	ширина
Простой	10×2	235	170
	20×2	395	170
	30×2	495	138
Экранированный	8×2	235	170

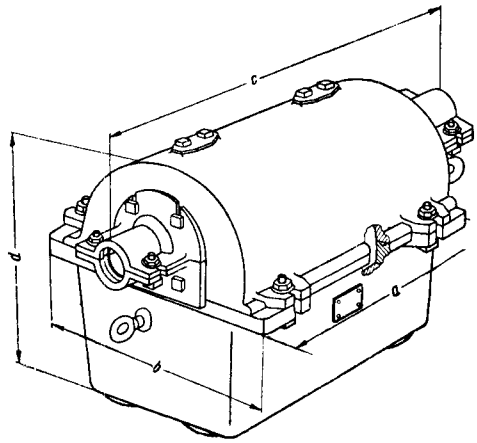


Фиг. 71. Распределительная десятипарная коробка

кабелей устанавливают стандартные десятипарные фарфоровые плинты. Размеры коробок 132 ×76 ×80 *мм* и вес около 0,5 *кг*.

Ящики с катушками индуктивности

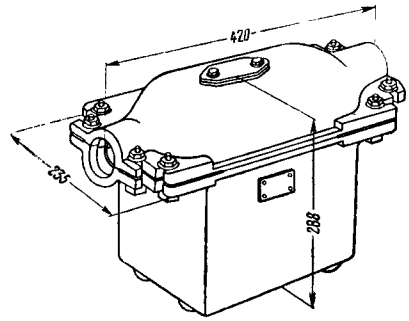
Катушки индуктивиости, применяемые для искусственного увеличения индуктивности кабельных цепей, состоят из замкнутого кольцеобразного сердечника, спрессованного из ферромагнитного материала; иа сердечник намотана обмотка из медной проволоки.



Фиг. 72. Общий вид ящика с катушками индуктивности типа ЯИ и ЯИБГ

Катушки индуктивности заключают в стальные коробки (экраны) и помещают в стальной герметизированный ящик, имеющий две горловины для ввода концов кабелей, жилы которых соединяют с проводниками катушек индуктивности. Этот ящик в свою очередь заключают в наружный защитный ящик.

При установке ящиков с катушками индуктивности непосредственно в грунт защитный

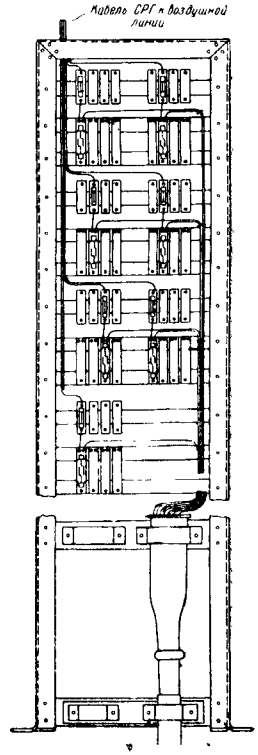


Фиг. 73. Общий вид высокочастотного ящика с катушками индуктивности типа К-8

ящик изготовляют из чугуна; защитные ящики, устанавливаемые в колодцах кабельной канализации, изготовляют из листовой стали.

Основные электрические характеристики катушек и комплектов катушек индуктивности приведены в табл. 77, а основные размеры, назначение и типы наиболее употребительных ящиков с катушками индуктивности — в табл. 78.

На фиг. 72 приведён внешний вид ящиков с катушками индуктивности типа ЯИ и ЯИБГ, а на фиг. 73 — виешний вид высокочастотного ящика типа К-8.



Фиг. 74. Кабельный щит

Кабельные щиты, стойки боксов и кабельные вводные столы

Кабельные щиты, стойки боксов и кабельные вводные столы применяют для оконечного включения междугородных и вводных кабелей в линейно-аппаратных залах и кабельных будках.

Кабельные щиты (фиг. 74) устанавливают в кабельных будках для соединения жил кабеля с проводами многопроводных воздушных линий, а также при вводе телеграфных кабелей в здания домов связи.

На щите монтируют предохранители и разрядники.

Подходящие к щиту кабели разделывают при помощи оконечных муфт.

Таблица 77

Электрические характеристики катушек и комплектов индуктивности

Наименование электрических свойств	Измерительная частота в *кгц*	Единица измерения	Марка катушки или комплекта индуктивности				
			КИ-11483	КИ-11070	ВЧ-01754	ВЧ-0144	ВЧ-0123
			комплект из двух катушек индуктивностью 140 *мгн* и одной катушки индуктивностью 83 *мгн*	комплект из двух катушек индуктивностью 100 *мгн* и одной катушки индуктивностью 70 *мгн*	высокочастотная катушка индуктивностью 1,75 *мгн*	высокочастотная катушка индуктивностью 1,0 *мгн*	высокочастотная катушка индуктивностью 12 *мгн*
Индуктивность катушек или комплекта:							
номинальная	0,8	*мгн*	140/83	100/70	1,75	1,0	12,0
допускаемое отклонение от номинала	0,8	%	±2,0/1,5	±2,0/1,5	±2,0	±2,0	±2,0
Активное сопротивление обмоток катушки или комплекта не более:							
основной цепи	0,6	*ом*	—	—	—	—	3,0
	0,8	»	15,0	10,0	—	—	—
	1,6	»	18,5	12,0	—	—	—
	5,0	»	—	—	—	—	4,5
	6,0	»	—	—	2,1	2,0	—
искусственной цепи	0,8	»	7,5	5,0	—	—	—
	1,6	»	9,5	7,0	—	—	—
Рабочая ёмкость катушки или комплекта	0,8	нанофарад	2,0/1,0	2,0/1,0	0,4	0,4	1,0
Ёмкостные связи между цепями катушки или комплекта не более:							
K_1; K_2; K_3	0,8	пикофарад	40	40	—	—	—
e_1 и e_2	0,8	»	60	60	40*	40*	60*
e_3	0,8	»	100	100	—	—	—
Переходное затухание на ближнем и дальнем концах не менее:							
между основными цепями	1,6	*неп*	10,5	10,5	—	—	14
	60	»	—	—	10,5**	10,5**	—
между основными цепями и искусственными и наоборот	1,6	»	9,0	10***	—	—	—
Сопротивление изоляции каждой цепи по отношению ко всем цепям, соединённым между собой и с заземлённым экраном, не менее	постоянный ток	тыс. *мгом*	25	25	25	25	25

* Норма только для e_1.
** Только на ближнем конце.
*** Временно допускается 9,5 *неп.*

Таблица 78

Типы, назначение и основные размеры ящиков с катушками индуктивности

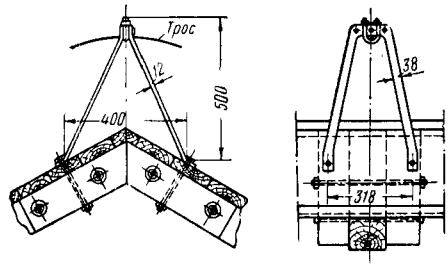
Марка ящика индуктивности	Ёмкость ящика в катушках или комплектах		Размеры ящика в *мм*				Назначение и область применения ящиков индуктивности
	марка катушек или комплектов	количество	*a*	*b*	*c*	*d*	
ЯИ-81483	КИ-11483	8	500	480	660	453	Для искусственного увеличения индуктивности низкочастотных цепей в кабелях с кордельно-бумажной изоляцией ёмкостью 12 или 14 четвёрок
ЯИ-121483	КИ-11483	12	500	480	660	453	То же, в кабелях ёмкостью 14—19 четвёрок
ЯИ-81070	КИ-11070	8	500	480	660	453	То же, в кабелях ёмкостью 12—14 четвёрок
ЯИ-121070	КИ-11070	12	500	480	660	453	То же, в кабелях ёмкостью 14—19 четвёрок
ЯИ-81483+ +8×1,75	КИ-11483+ +ВЧ-01754	8 8	500	480	660	453	Для искусственного увеличения индуктивности низкочастотных и высокочастотных кабельных цепей в кабелях типа КЖ
ЯИБГ-8	ВЧ-01754	8	440	310	600	338	Для искусственного увеличения индуктивности высокочастотных цепей в кабелях типа КЖ
К-8	ВЧ-01754	8	261	235	420	288	То же, в кабелях с кордельно-стирофлексиой изоляцией жил ёмкостью 4 четвёрки
К-8	ВЧ-014	8	261	235	420	288	То же, в кабелях с кордельно-бумажной изоляцией жил ёмкостью 4 четвёрки

Стойки боксов устанавливают преимущественно в линейно-аппаратных залах с каблированным вводом междугородных цепей.

Кабельный вводный стол устанавливается в линейно-аппаратных залах и предназначается для оконечного включения и эксплоатационно-технического обслуживания кабелей. На кабельном вводном столе установлены боксы, измерительная аппаратура (мост постоянного тока, испытатель линий), а также сигнальные и переговорно-вызывные устройства.

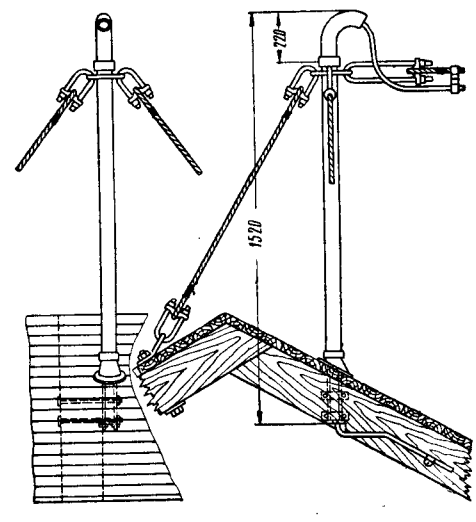
Кабельные стойки и кронштейны

Кабельные стойки применяют при подвеске кабеля по крышам зданий. Промежуточная кабельная стойка приведена на фиг. 75, а вводная — на фиг. 76.



Фиг. 75. Промежуточная кабельная стойка

При прокладке кабелей по стенам тоннелей применяют кронштейны из углового железа различной конструкции. Эскизы двух конструкций кронштейнов приведены на фиг. 77.



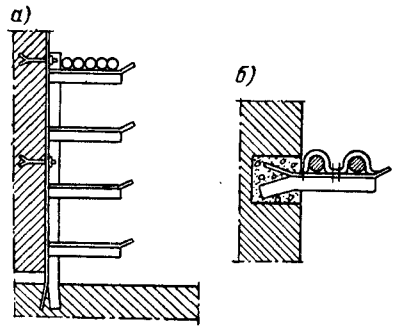
Фиг. 76. Вводная кабельная стойка

Крепёжные материалы

При подвеске кабеля на опорах воздушных линий и стойках по крышам зданий ка-

бель укрепляется на тросе при помощи подвесов из оцинкованного железа толщиной 1 *мм*.

Верхняя часть подвеса имеет диаметр, соответствующий диаметру троса, а нижняя — диаметру кабеля.



Фиг. 77. Кронштейн для укрепления кабеля на стенах

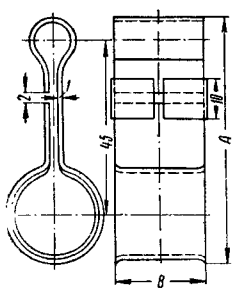
Основные размеры подвесов для кабеля приведены в табл. 79, а конструкция подвеса дана на фиг. 78.

Таблица 79

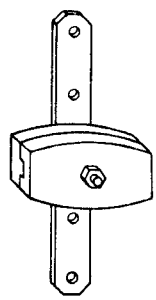
Размеры подвесов для кабеля

Размеры подвеса	Ёмкость кабеля (в парах жил)				
	10×2	20×2	30×2	50×2	100×2
Длина *A* в *мм* . . .	40	40	40	45	55
Ширина *B* в *мм* . .	17	17	17	25	30
Вес 100 шт. в *кг* . .	1,2	1,6	1,8	1,9	2,9

Трос на промежуточных опорах закрепляется при помощи чугуиных клемм (консолей), приведённых на фиг. 79. Оконечное



Фиг. 78. Кабельный подвес

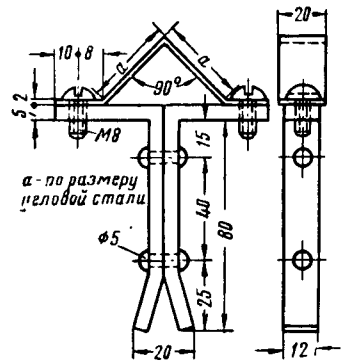


Фиг. 79. Чугунная клемма (консоль)

закрепление троса производится при помощи струбцинок или при помощи трёхболтового зажима (фиг. 35).

При устройстве ввода подземного кабеля в здание выходящий из-под земли и поднимающийся по стене здания кабель защищается от механических повреждений на высоту не менее 3 *м* от поверхности земли угловой сталью или газовой трубой.

Крепление угловой стали к каменной стене осуществляется при помощи накладок, устанавливаемых на ершах. Накладка с ершом приведена на фиг. 80



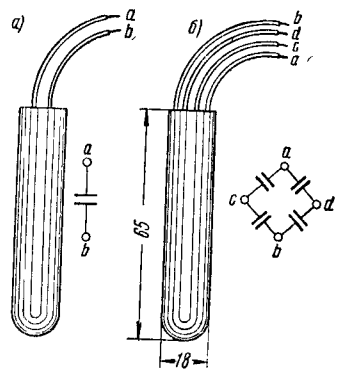
Фиг. 80. Накладка для углового железа

Симметрирующие кондеисаторы

Симметрирующие конденсаторы применяются для симметрирования кабельных цепей.

Для симметрирования кабельных цепей применяют симметрирующие конденсаторы ёмкостью от 10 до 1 000 *мкмкф*.

Включение этих конденсаторов позволяет увеличить переходное затухание между цепями и уменьшить внешние влияния на кабельные цепи.



Фиг. 81. Симметрирующие конденсаторы

Симметрирующие конденсаторы для кабельных цепей по конструкции разделяются на однократные (фиг. 81, *а*) и четырёхкратные (фиг. 81, *б*).

Кабельные массы

Кабельные массы различных марок применяют для заливки чугунных соединительных муфт, боксов, ящиков с катушками индуктивности, а также для прошпарки жил кабелей.

Применяемые кабельные массы с указанием их состава и назначения приведены в табл. 80, а физические и электрические свойства кабельных масс различных марок — в табл. 81.

Процентное содержание битума № 3 (по весу) в кабельных массах марки МБ-70 и МБ-90 зависит от температуры расплавления битума № 5 или рубракса (табл. 82).

Таблица 80

Кабельные массы и их назначение

Марка массы	Состав массы по весу	Назначение массы	Температура нагрева массы перед употреблением не выше в ° С	Температура варки массы в °С
МТ-1	1) 60 частей светлого рафинированного парафина и 40 частей нейтрального очищенного технического вазелина 2) Парафина 30%, канифоли 30%, масла машинного марки Т 40%	Для прошпарки (промывки) разделанных концов кабелей с воздушно-бумажной и кордельной изоляцией жил. Для кордельных кабелей преимущественно применяется масса по первому рецепту	130	130—140
МТ-2	1) Парафина 30%, канифоли 60% и машинного масла марки Т 10% 2) Канифоли 88 %, церезина 6% и вазелина технического 6%	Для заливки свинцовых соединительных муфт кабелей с воздушно-бумажной и хлопчатобумажной изоляцией жил, а также для заливки оконечных боксов	140 140	130—140 140—150
МТ-3	Битума № 4 75% и автола 6 или масла машинного марки Т 25%	Для заливки «корешков» боксов при разделке в них кабелей с воздушно-бумажной изоляцией	140	160—170
МБ-70 (МБ-80)	Смесь битума № 5 или рубракса с битумом № 3 (см. табл. 82)	Для заливки чугунных муфт и ящиков с катушками индуктивности, находящихся под землёй или в холодных помещениях	160—170	160—185
МБ-90 (МБ-100)	Смесь битума № 5 или рубракса с битумом № 3 (см. табл. 82)	Для заливки чугунных муфт и ящиков с катушками индуктивности, находящихся над землёй или в отапливаемых помещениях, а также для заливки шкафных досок	170—180	185—195
МК-45	1) Канифоли 75% и автола 10 25% 2) Канифоли 70% и минерального масла (брайсток) 30%	Для заливки кабельных муфт силовых кабелей напряжением от 3 до 35 *кв*	130	130—140

Примечание. Если сваренная масса марок МБ-70, МБ-90 или МТ-3 окажется слишком вязкой, то перед её употреблением (когда она нагрета) в неё прибавляют 5% машинного или трансформаторного масла или до 10% автола 6. Это придаёт массе бо́льшую подвижность и повышает её морозоустойчивость.

Таблица 81

Физические и электрические свойства кабельных масс

Свойства массы	Марка массы МТ-1	МТ-2	МТ-3	МБ-70	МБ-90	МК-45
Температура каплепадения по Убеллоде в °С	40—55	45—60	Не ниже 85	Не ниже 70	Не ниже 90	Не ниже 45
Вязкость по Энглеру не более	2 при 120°С	2 при 120°С	12 при 175 °С	27 при 150 °С	27 при 175 °С	6 при 130 °С
Температура вспышки в °С не ниже	180	180	200	230	230	185
Усадка в % не более	—	14	10	9	9	7
Пробивное напряжение при расстоянии между электродами 2,5 *мм* в *кв* не менее	—	—	—	35	35	35
Удельное объёмное сопротивление при 20°С в *ом*	10^{11}—10^{14}	10^{11}—10^{14}	10^{11}—10^{14}	—	—	—
Тангенс угла диэлектрических потерь (tg δ) при 20°С и при частоте 1 000 *гц* не более	0,06	0,06	0,06	—	—	—
Диэлектрическая постоянная ε при 20° С и частоте 1 000 *гц* не более	4	4	4	—	—	—

Таблица 82

Состав кабельных масс марки МБ-70 и МБ-90

Температура размягчения битума № 5 или рубракса по методу «кольцо и шар» в °С	Масса марки МБ-70		Масса марки МБ-90	
	битум № 5 или рубракс в %	битум № 3 в %	битум № 5 или рубракс в %	битум № 3 в %
90	70±5	30±5	90±5	10±5
100	60±5	40±5	90±5	10±5
110	50±5	50±5	80±5	20±5
125	40±5	60±5	70±5	30±5
135	30±5	70±5	60±5	40±5

Бумажные гильзы

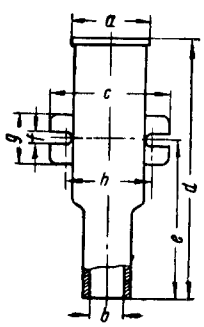
Бумажные гильзы применяют для изолированиия мест спаек кабельных жил между собой в соединительных муфтах, а также для мест спаек жил кабелей с выводными проводниками в оконечных кабельных муфтах и в ящиках индуктивности.

Гильзы представляют собой бумажные цилиндрические трубочки, проваренные в парафине. Размер бумажных гильз зависит от диаметра жил кабеля. Обычно гильзы изготовляются длиной 40÷60 *мм* и имеют внутренний диаметр от 2,8 до 6÷7 *мм*.

ЛИНИИ И СЕТИ СЦБ

Оконечные и промежуточные кабельные муфты

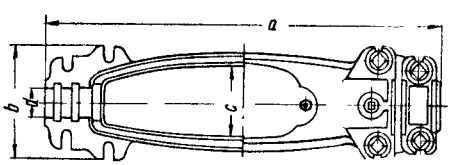
Для оконечной разделки кабелей типа СОБ в релейных шкафах, на постах и т. п. применяют оконечные чугуниые муфты бутылочного типа (фиг. 82), основные размеры и вес которых приведены в табл. 83.



Фиг. 82. Муфта бутылочного типа

Сращивание отдельных кусков (строительных длин) кабелей осуществляют при помощи чугунных соединительных муфт (фиг. 83), размеры которых указаны в табл. 84.

Разветвление одного кабеля на два производят при помощи тройниковых чугунных муфт (фиг. 84), размеры которых приведены в табл. 85.



Фиг. 83. Муфта соединительная

Разветвление групповых кабелей на индивидуальные осуществляют в групповых разветвительных муфтах, состоящих из чугунного корпуса, устанавливаемого на основании из полосовой и угловой стали.

Групповые разветвительные муфты применяют трёх типов: на четыре направления (фиг. 85), а также на семь и восемь направлений.

Таблица 83

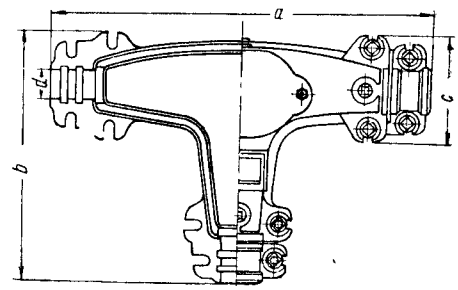
Размеры и вес оконечных муфт бутылочного типа

Тип	Максимальная жильность кабеля	Размеры в *мм*								Вес муфты в *кг*	Вес кабельной массы в *кг*
		a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*		
Т-5	5	45	25	72	155	95	7	30	50	1	0,15
Т-12	12	60	32	80	155	95	7	30	56	1,2	0,2
Т-27	27	90	41	120	175	110	10	42	96	2,8	0,5
Т-48	48	105	45	140	200	125	13	50	100	4,1	0,8

Таблица 84

Размеры чугунных соединительных муфт

Тип муфты	Максимальная жильность кабеля	Основные размеры в *мм*					Вес кабельной массы в *кг*
		a	*b*	*c*	*d*	высота	
С-35-М	19	395	112	75	35	104	1
С-50-М	42	500	124	95	50	124	2
С-65-М	72	626	157	115	65	147	3,5



Фиг. 84. Муфта тройниковая

Таблица 85

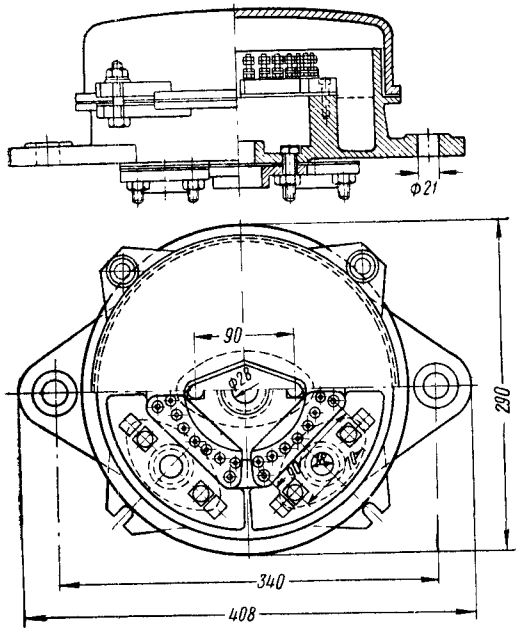
Размеры тройниковых чугуиных муфт

Тип муфты	Максимальная жильность кабеля	Основные размеры в *мм*					Вес Кабельной массы в *кг*
		a	*b*	*c*	*d*	высота	
Т-35-М	19	395	264	112	35	125	1,7
Т-50-М	42	500	332	124	50	162	3
Т-65-М	72	626	412	157	65	200	5,6

Таблица 86

Групповые разветвительные муфты

Тип муфты	Количество		Максимальная ёмкость кабеля, разделываемого в муфте		Вес кабельной массы в *кг*
	плинтов	зажимов	группового	индивидуального	
На четыре направления . . .	4	28	48	21	4
На семь направлений	7	49	64	21	6
На восемь направлений . . .	16	112	2 по 48	21	8



Фиг. 85. Групповая муфта на четыре направления

Таблица 87

Сигнальные кабельные муфты

Тип муфты	Максимальная ёмкость кабеля, разделываемого в муфте	Вес кабельной массы в *кг*
Муфта на одно направление для крепления на шкафу	24	1
То же, на два направления	21+16	1,5
Муфта на одно направление для крепления на фундаменте светофора	24	0,4
То же, для крепления на фундаменте указателя	33	0,6
Муфта на два направления для крепления на фундаменте	16+9	0,3

Данные о групповых разветвительных муфтах приведены в табл. 86.

Конструкция основания для муфты на четыре направления приведена на фиг. 86.

Для оконечной разделки кабелей у светофоров применяются сигнальные кабельные муфты пяти типов (табл. 87); конструкция сигнальной муфты на одно направление (для крепления на шкафу) приведена на фиг. 87.

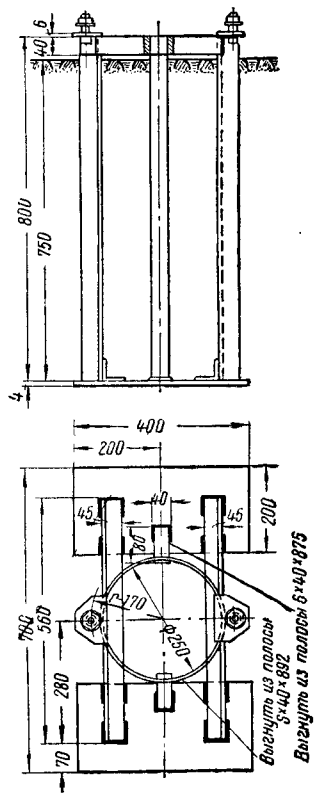
Для разделки кабеля у стрелочного привода применяют стрелочные муфты на 16 (фиг. 88), а также на 28 и 32 зажима.

Устанавливают стрелочные муфты на основании, собранном из полосовой стали. Кабель к муфте подводится в бронированном шланге.

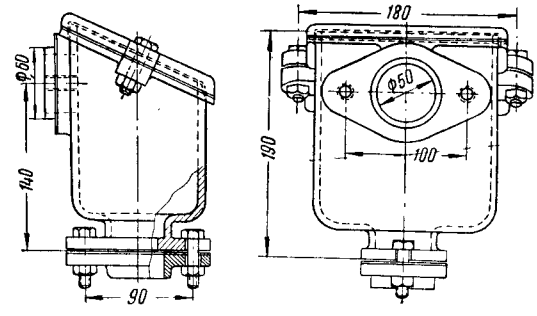
Назначение стрелочных муфт приведено в табл. 88.

Соединение отдельных кусков силовых кабелей при напряжении не выше 1 000 *в* производят непосредственно в чугунных соединительных муфтах.

Соединение силовых кабелей напряжением выше 1 000 *в*, а также кабелей на 1 000 *в*, проложенных в сырых местах, производят в свинцовых соединительных муфтах.



Фиг. 86. Основание для групповой муфты на четыре направления



Фиг. 87. Сигнальная муфта на одно направление для крепления на шкафу

Для соединения кабелей напряжением до 10 *кв* применяют цельнотянутые цилиндрические свинцовые муфты со стенками толщиной 2,5 *мм*.

Выбор длины l муфты и внутреннего диаметра d муфты в зависимости от сечения жил кабелей и напряжения производится по табл. 89.

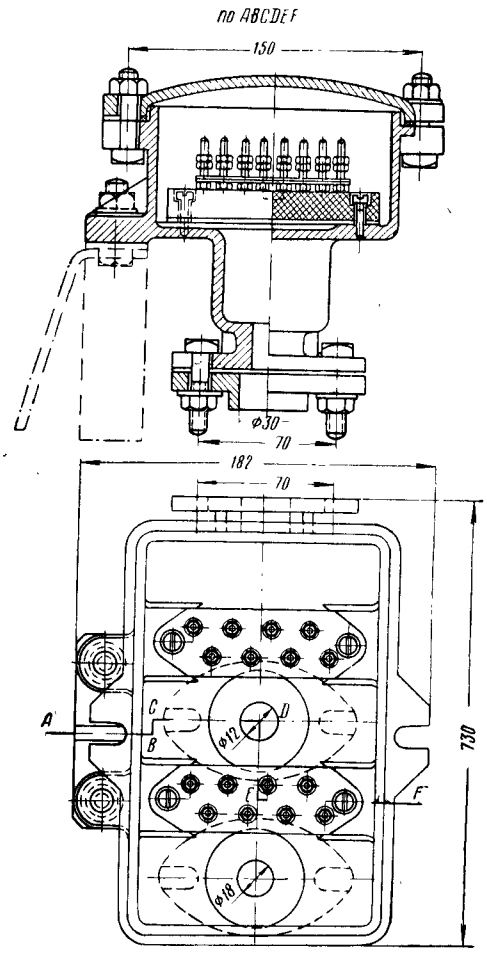
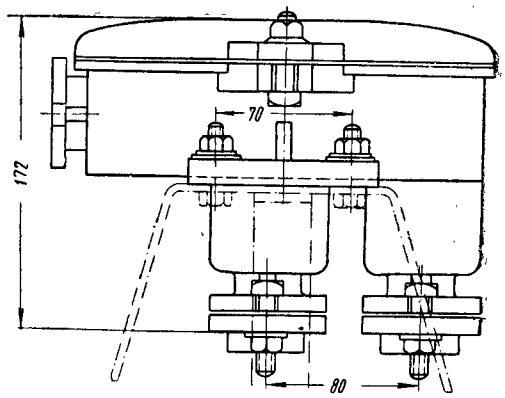


Таблица 88

Муфты стрелочные и их назиачение

Тип муфты	Количество плинтов	Количество зажимов	Вес кабельной массы в кг	Место установки муфты и максимальная жильность кабеля, разделываемого в этой муфте
На 16 зажимов	12	16	0,3	У привода одиночной стрелки при кабеле не более 19 жил и у приводов спаренных стрелок при кабеле от поста до первой стрелки не более 16 жил
На 23 зажимов	4	28	0,6	У привода одиночных стрелок при кабеле более 19 жил
На 32 зажима	4	32	0,6	У привода спаренных стрелок при кабеле от поста до первой стрелки более 16 жил

Для защиты от механических повреждений свинцовые муфты помещаются в специальные сварные кожухи, а при отсутствии последних применяют нормальные чугунные соединительные муфты (фиг. 83) соответствующих размеров.



Фиг. 88. Стрелочная муфта на 16 зажимов

Путевые ящики

В случае установки непосредственно около рельсовой цепи путевых трансформаторов, реле, реостатов и т. п. эти приборы размещают в путевых ящиках (больших или малых).

Тип ящиков, количество и схемы размещения устанавливаемых в них приборов, число клемм и другие данные приведены в табл. 90.

Путевые ящики устанавливают на основании, собранном из угловой и полосовой стали. Путевой ящик малого типа приведён на фиг. 89.

Кабельные стойки

Оконечную разделку кабелей, подводимых к рельсовым цепям, осуществляют в специальных кабельных стойках (бутлегах).

По конструкции кабельные стойки разделяются на чугунные, стальные сварные и стальные штампованные, а по назначению — на оконечные и проходные.

Типы кабельных стоек и их характеристика указаны в табл. 91. Конструкция и размеры оконечной двухпроводной чугунной литой стойки приведены на фиг. 90.

Гильзы и распорные шайбы

Соединение жил силовых кабелей между собой в соединительных муфтах производится при помощи медных соединительных гильз (фиг. 91). Размеры гильз различных типов приведены в табл. 92.

При сращивании жил силовых кабелей напряжением не более 1 *кв* в чугунных соединительных муфтах применяют распорные фарфоровые шайбы, тип и размеры которых приведены в табл. 93.

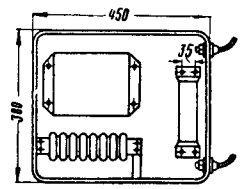
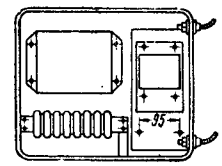
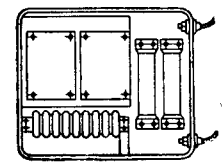
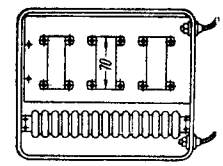
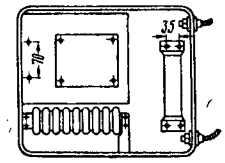
Таблица 89

Свинцовые соединительные муфты для силовых кабелей

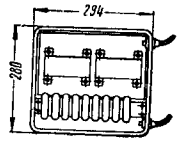
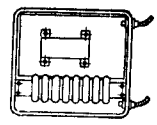
Сечение жил кабеля в мм²	Четырёхжильные кабели			Трёхжильные кабели								
	1 кв			1÷3 кв			6 кв			10 кв		
	Размеры муфт в мм		Вес в кг	Размеры муфт в мм		Вес в кг	Размеры муфт в мм		Вес в кг	Размеры муфт в мм		Вес в кг
	d	l		d	l		d	l		d	l	
19	50	400	1,9	50	400	1,9	50	400	1,9	70	450	3,0
16	60	420	2,4	50	400	1,9	60	420	2,4	70	500	3,3
25	60	420	2,4	50	400	1,9	60	420	2,4	70	500	3,3
35	60	420	2,4	60	420	2,4	70	500	3,3	80	520	3,9
50	70	450	3,0	60	420	2,4	70	500	3,3	80	520	3,9
70	70	450	3,0	70	450	3,0	70	500	3,3	90	550	4,6
95	80	470	3,5	70	450	3,0	80	520	3,9	90	550	4,6
120	80	470	3,5	80	470	3,5	90	550	4,6	90	550	4,6
150	90	500	4,2	80	470	3,5	90	550	4,6	100	600	5,5

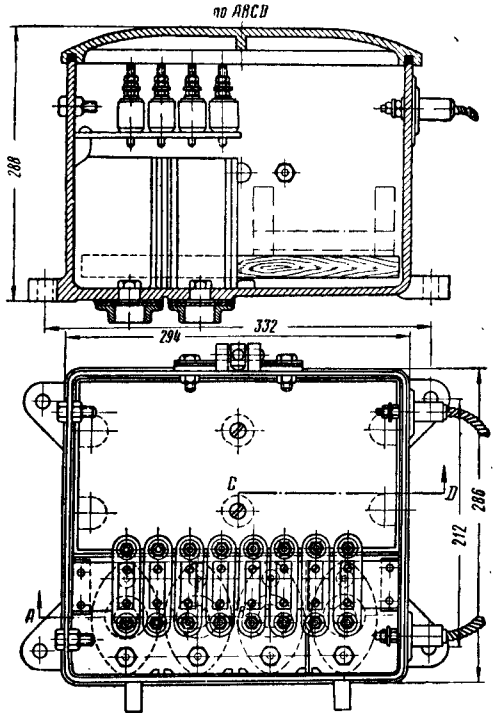
Таблица 90

Путевые ящики и их назначение

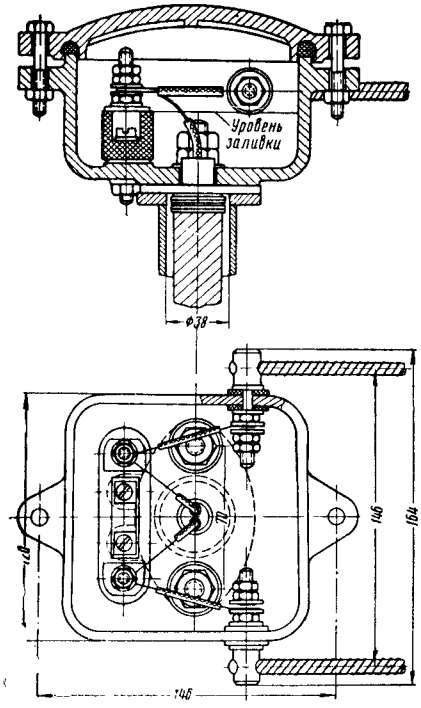
Тип ящика	Устанавливаемые приборы		Число клемм	Максимальная ёмкость кабеля, разделываемого в ящике	Вес кабельной массы в кг	Эскиз
	Наименование	Количество				
Большой I	ПОБС	1	8	30	3	
	Сопротивление . . .	1				
II	ПОБС	1	8	30	3	
	РОБС	1				
III	РТЭ	2	9	30	3	
	Сопротивление . . .	2				
IV	РТ	3	15	30	3	
V	РТЭ	1	9	30	3	
	Сопротивление . . .	1				

Продолжение табл. 90

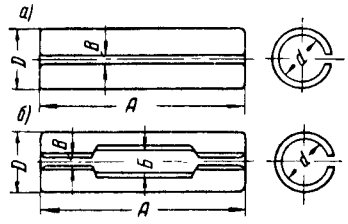
Тип ящика		Устанавливаемые приборы: Наименование	Устанавливаемые приборы: Количество	Число клемм	Максимальная ёмкость кабеля, разделываемого в ящике	Вес кабельной массы в *кг*	Эскиз
Малый	I	РТ	2	9	30	3,2	
	II	РТ	1	8	30	3,2	



Фиг. 89. Путевой ящик малого типа



Фиг. 90. Оконечная двухпроводная кабельная стойка (бутлег)



Фиг. 91. Медные соединительные гильзы

Таблица 91

Кабельные стойки

Тип стоек	Характеристика	Максимальная ёмкость кабеля, разделываемого в кабельной стойке	Вес кабельной массы в *кг*
БЛ-2 чугунные литые	Оконечная двухпроводная	9	0,25
БШ-2 стальные штампованные	То же	9	0,25
БС-2 стальные сварные	» »	9	0,25
БЛ-2 чугунные литые	Проходная трёхпроводная	К кабельной стойке может быть подведён кабель до 19 жил и выведен кабель до 7 жил	0,3
БС-2 стальные сварные	То же		0,3

Примечание. Проходная стойка может быть использована как оконечная и в этом случае в ней возможно разделать кабель до 21 жилы.

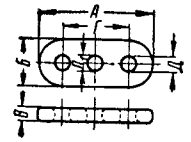
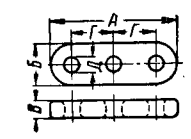
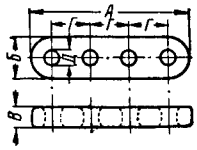
Таблица 92

Размеры медных соединительных гильз

Наименование гильз	Сечение жил кабелей в *мм²* до	Тип гильз	Размеры в *мм*					Вес 100 шт. в *кг*	Наименование гильз	Сечение жил кабелей в *мм²* до	Тип гильз	Размеры в *мм*					Вес 100 шт. в *кг*
			А	*Б*	*В*	*d*	*D*					*А*	*Б*	*В*	*d*	*D*	
СГ-4	4	а	30	—	1,5	3	4	0,15	СГ-50	50	а	60	—	2	10	13	2,8
СГ-6	6	а	30	—	1,5	3,5	5	0,25			б	60	5	1,5	10	13,6	2,3
СГ-10	10	а	35	—	1,5	4,5	6	0,37	СГ-70	70	а	60	—	2	12	16	2,3
СГ-16	16	а	40	—	2	6	8	0,75			б	60	5	1,2	12	16	4,6
СГ-25	25	а	50	—	2	7	10	1,8	СГ-95	95	а	70	—	2	12	16	4,0
СГ-35	35	а	50	—	2	9	12	2,0			б	70	5	1,5	14	18	6,0
		б	50	4	1,5	9	12	1,9	СГ-120	120	б	70	5	1,5	16	21	8,6
									СГ-150	150	б	80	5	1,5	18	23	10,0

Таблица 93

Распорные фарфоровые шайбы

Тип распорной шайбы	Число жил кабеля	Размеры шайбы в *мм*						Вес 1 шт. в *кг*	Эскиз
		А	*Б*	*В*	*Г*	*Д*	*Д₁*		
РА-60	2	60	23	8	34	9	8	0,02	
РА-72	2	72	30	10	40	13	12	0,04	
РА-105	2	105	46	12	56	22	18	0,09	
РА-120	2	120	52	12	64	28	20	0,12	
РА-130	2	130	58	12	72	30	20	0,14	
РБ-65	3	65	21	8	21	9	—	0,019	
РБ-80	3	80	28	10	26	11	—	0,041	
РБ-115	3	115	36	12	38	16	—	0,09	
РБ-130	3	130	42	12	44	22	—	0,10	
РБ-170	3	170	60	12	55	28	—	0,20	
РБ-185	3	185	61	12	62	31	—	0,23	
РВ-80	4	80	20	10	20	9	—	0,03	
РВ-120	4	120	30	12	30	11	—	0,38	
РВ-140	4	140	38	12	34	16	—	0,11	
РВ-165	4	165	45	12	40	22	—	0,15	
РВ-190	4	190	52	12	46	28	—	0,19	

КАБЕЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ СВЯЗИ

Кабельные сооружения состоят из устройств и приспособлений, предназначенных для прокладки и крепления кабеля, а также для установки и монтажа кабельной арматуры.

К кабельным сооружениям относятся: кабельные опоры (см. Конструкция опор воздушных линий связи и СЦБ), кабельная канализация, кабельные киоски, будки, распределительные шкафы, а также сигналы для ограждения кабельных переходов.

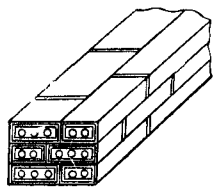
Кабельная канализация

Кабельной канализацией называется система, состоящая из трубопроводов, смотровых колодцев и коробок и предназначенная для прокладки кабелей по территории железнодорожных станций и населённых пунктов, а также в местах пересечения кабелей с полотном железных дорог.

Кабельные трубопроводы. Кабельные трубопроводы состоят из бетонных, асбестоцементных или керамиковых труб.

Кабельные трубопроводы из бетонных труб прокладывают в сухих грунтах и в тех местах, где уровень грунтовых вод ниже 2 *м*.

Наибольшее распространение получили прямоугольные бетонные трубы, основные размеры которых приведены в табл. 94.



Фиг. 92. Блок бетонных труб

Бетонные трубы изготовляют из бетона марки 110—170 с применением пуццоланового цемента активностью 200—300 *кг/см²*.

При необходимости изготовления трубопроводов ёмкостью более трёх каналов бетонные трубы собирают в блоки (фиг. 92).

Асбестоцементные трубы влагонепроницаемы и прокладываются в сырых грунтах, содержащих не более 1% кислотности и не более 10% щелочных соединений. Прокладка их применяется также в местах пересечения кабельных линий связи с полотном электрифицированных железных дорог.

Изготовляют асбестоцементные трубы из смеси 80—85% портланд-цемента и 20—15% асбеста.

Основные размеры одноотверстных цилиндрических асбестоцементных труб приведены в табл. 95.

Таблица 94

Основные размеры бетонных прямоугольных труб

Тип бетонной трубы	Размеры в *мм*				Разрез бетонной прямоугольной трубы
	длина	ширина	высота	диаметр канала	
Одноотверстная	1 000	140	120	90	
Двухотверстная	1 000	245	120	90	
Трёхотверстная	1 000	350	120	90	
Одноотверстная облегчённая . . .	750	95	90	50	—

Таблица 95

Размеры и вес асбестоцементных труб

Размеры в *мм*			Вес 1 *пог. м* трубы в *кг*
внутренний диаметр	наружный диаметр	длина трубы	
44	58	2 000—3 000	2,3
69	83	2 000—3 000	4,3
93	109	2 000—3 000	5,1
119	135	2 000—3 000	6,5

Временное сопротивление изгибу асбестоцементных труб 258—270 *кг/см²*.

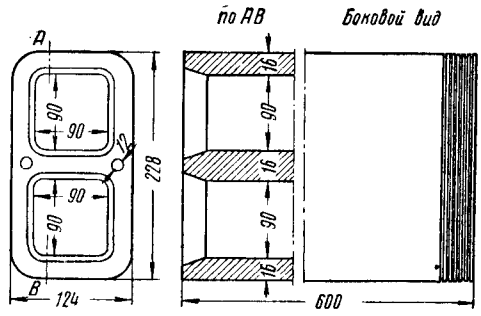
Керамические трубы прокладывают в местах, где имеются агрессивные грунтовые воды с содержанием кислоты более 1% или щёлочи более 10%, и преимущественно там, где имеют место блуждающие токи.

Изготовляют керамические трубы прямоугольной формы с числом каналов от 1 до 9.

Каналы имеют квадратную форму 90 × ×90 *мм*. Длина труб 450—900 *мм*, толщина стенок 15—25 *мм*.

Временное сопротивление труб на раздавливание 250 *кг/см²*.

Основные размеры двухотверстной керамической трубы приведены на фиг. 93.



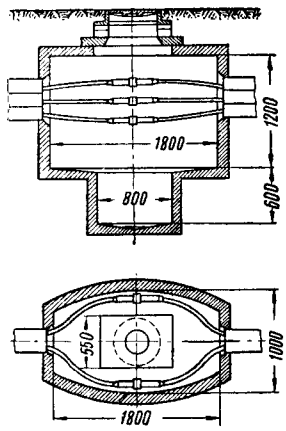
Фиг. 93. Двухотверстная керамическая труба

Кабельные колодцы и коробки. По своему назначению кабельные колодцы разделяются на проходные, угловые, разветвительные, станционные, шкафные и вводные.

Типы кабельных колодцев, их назначение и основные размеры приведены в табл. 96.

На фиг. 94 и 95 приведены разрезы проходного и углового колодцев малого типа, которые преимущественно применяют на местных телефонных сетях небольшой ёмкости.

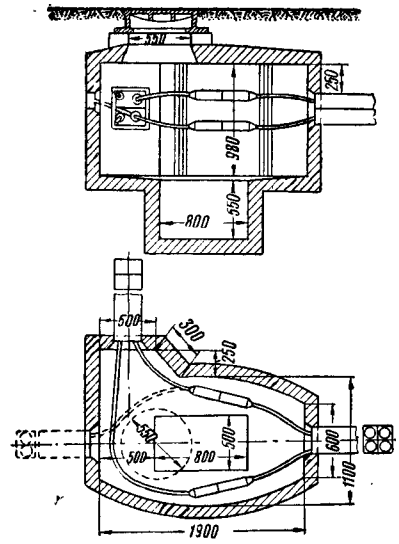
Изготовляют колодцы преимущественно цельнонабивные железобетонные. Кирпичные и сборные (из отдельных бетонных деталей) колодцы устаиавливают только в сухих грунтах.



Фиг. 94. Проходной колодец малого типа

Распределительные шкафы

Распределительные шкафы применяют на сетях местной телефонной связи для установки боксов в местах перехода от магистраль-



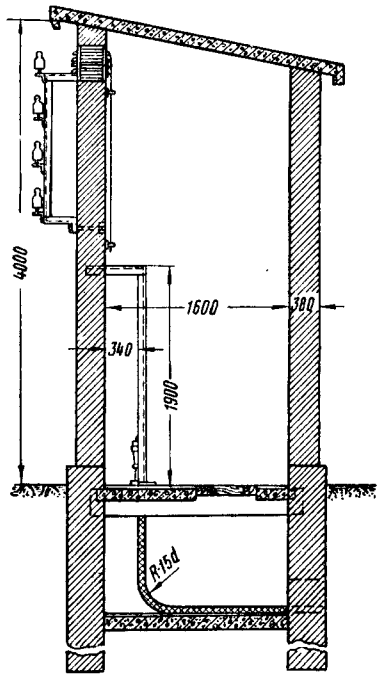
Фиг. 95. Угловой колодец малого типа

ных кабелей на распределительные. Изготовляют распределительные шкафы ёмкостью 300, 600 и 1 200 пар.

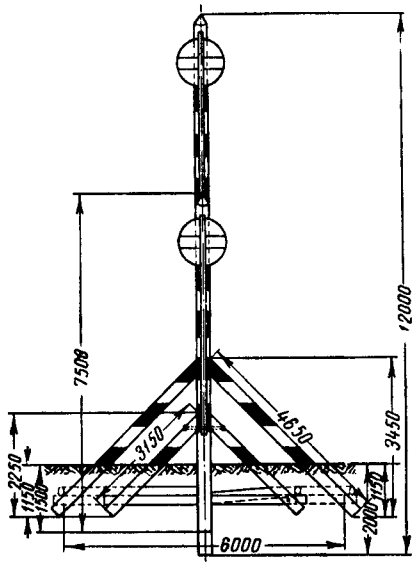
Кабельные будки и киоски

Кабельные будки (фиг. 96) устанавливают, так же как и кабельные опоры, в местах соединения проводов воздушных линий с жилами кабелей при устройстве кабельных вставок на воздушных линиях связи.

В кабельной будке кабельная вставка заканчивается оконечной муфтой или боксом.



Фиг. 96. Кабельная будка



Фиг. 97. Сигнальный столб

Если ёмкость кабеля превышает ёмкость бокса, устаиовлеиного в кабельной будке, кабель предварительно разделывают в разветвительной муфте (фиг. 68) на несколько кабелей меньшей ёмкости.

Внутри кабельной будки, кроме кабельных боксов, устанавливают щит, оборудованный защитными устройствами, согласно действующему стандарту.

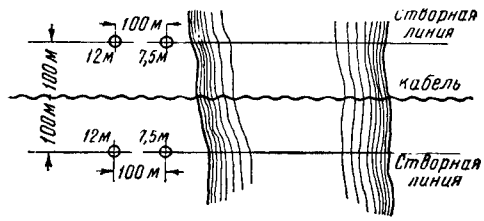
На крупных сетях местной телефонной связи, в тех местах, где в будущем предполагается строительство районной телефонной станции, устанавливают кабельные киоски.

Внутри кабельного киоска, так же как и в распределительном шкафу, устанавливают боксы для включения магистральных и распределительных кабелей.

Сигналы для ограждения кабельных переходов

Направление подводных кабелей связи, проложенных через судоходные реки, обозначают сигнальными столбами высотой 7,5 *м* с укреплёнными на их вершинах круглыми щитами (дисками) размером 1 *м* в диаметре, окрашенными в красный цвет с горизонтальной белой полосой.

При ширине рек более 300 *м* ставятся створы из двух сигнальных столбов длиной 7,5 и 12 *м*.

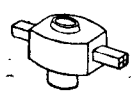
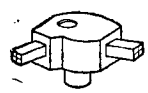
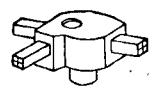
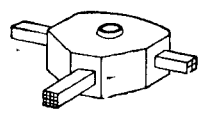
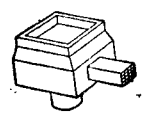
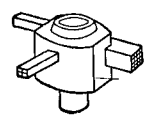


Фиг. 98. Расположение оградительных сигналов на кабельном переходе

Внешний вид сигнальных столбов приведён на фиг. 97, а схема расположения оградительных сигналов при ширине реки более 300 *м* — на фиг. 98.

Таблица 96

Типы и основные размеры кабельных колодцев

Наименование колодцев	Назначение	Типы колодцев	Число каналов	Размеры колодцев в *м*			Эскиз колодца
				длина	ширина	высота	
Проходные	Для соединения кусков кабелей и протягивания их в трубопроводах на прямых участках кабельной канализации	Большой	13—21	2,8	1,6	1,8	
		Средний	7—12	2,6	1,3	1,8	
		Малый	2—6	1,8	1,1	1,2	
Угловые	То же в местах изменения направления кабельной канализации	Большой	13—24	3,2	1,65	1,8	
		Средний	7—12	2,8	1,45	1,8	
		Малый	2—6	2,0	1,0	1,2	
Разветвительные	В местах разветвлений кабельной канализации	Большой	18—24	3,2	1,6	1,8	
		Средний	7—12	3,15	1,5	1,8	
Станционные	В местах ввода кабельной канализации в здания телефонных станций большой ёмкости	На 10 000 номеров	30	5,0	3,0	1,8	
		На 5 000 номеров	24	4,3	2,6	1,8	
		На 2 400 номеров	12	2,5	2,0	1,8	
Шкафные (шкафная коробка)	Служат фундаментом для распределительных шкафов и связывают шкаф с канализацией	—	—	0,96	0,90	1,07	
Вводные (вводная коробка)	Устанавливаются в местах ввода кабелей в здания к абонентам местной телефонной сети	—	—	0,64	0,34	—	

Столбы и подкосы к ним окрашивают чередующимися полосами шириной 50 *см* жёлтого и чёрного цветов. В ночное время на каждом сигнальном столбе зажигают фонарь с рефлектором, имеющий стёкла жёлтого цвета и горелку не менее десяти линий.

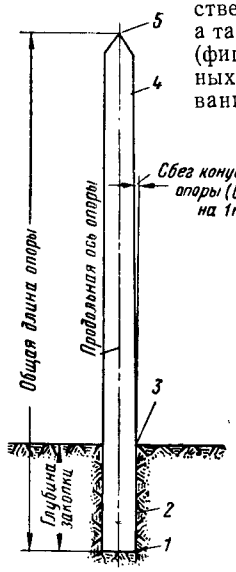
КОНСТРУКЦИЯ ОПОР ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ И СЦБ

ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ СВЯЗИ

Промежуточные опоры

Промежуточные (одинарные) опоры являются основным типом опор воздушных линий связи.

В качестве промежуточных опор на линиях связи применяют деревянные опоры, устанавливаемые непосредственно в грунт (фиг. 99), а также опоры в рельсовых (фиг. 100 и 101) и деревянных (фиг. 102 и 103) основаниях.



Фиг. 99. Промежуточная опора: *1*—торец опоры нижний; *2*—комель опоры; *3*—опасное сечение опоры; *4*—вершина опоры; *5*—гребень опоры

Основные размеры промежуточных опор, устанавливаемых непосредственно в грунт, в зависимости от типа линии, профиля опор, числа подвешиваемых на опорах проводов и габарита линии приведены в табл. 97. Там же указана глубина закопки опор в грунт.

Основание из одного рельса или одной деревянной приставки применяют на линиях типов О и Н при числе проводов не более 8 и на линиях типов У и ОУ при числе проводов не более 6. При большем числе проводов опоры устанавливают в основания из двух рельсов или двух деревянных приставок.

Длина рельсов указана на фиг. 100 и 101; длину обрубка *x* выбирают по табл. 98 в зависимости от глубины закопки опоры.

Таблица 98

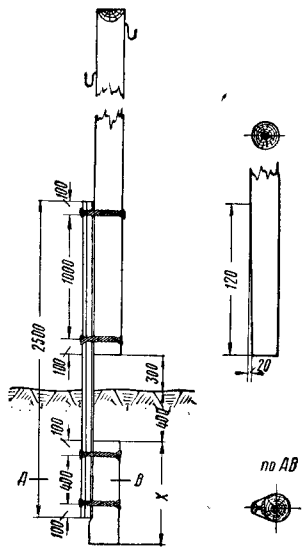
Длина обрубка *x* для опор в рельсовых основаниях в зависимости от глубины их закопки (фиг. 100 и 101)

Глубина закопки опор в *м*	Длина обрубка *x* в *м*	Глубина закопки опор в *м*	Длина обрубка *x* в *м*
1,2	0,8	1,6	1,2
1,3	0,9	1,7	1,3
1,4	1,0	1,8	1,4
1,5	1,1		

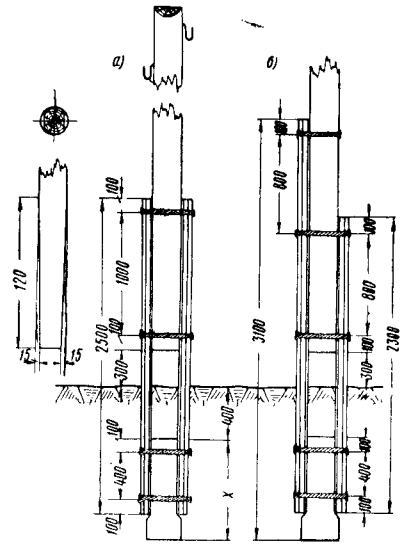
Таблица 97

Основные размеры промежуточных опор и глубина их закопки

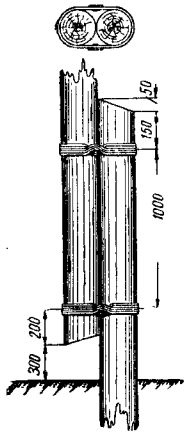
Количество проводов при габарите линии в *м*		Номер профиля (см. фиг. 1)	Общая длина опоры в *м*	Наименьший диаметр опоры в вершине в *см* при типе линий				Глубина закопки опор в *м*		
2,5	3,0			О	Н	У	ОУ	в твёрдом грунте	в мягком грунте, на склоне холмов больше 45° и угловых опор	в каменистом и скалистом грунтах
Провода подвешены на крюках (шахмат 40 см)										
8	6	1	6,5	12	14	—	—	1,3	1,45	0,9
12	10	1	7,5	12	15	—	—	1,5	1,65	1,1
16	16	1	8,5	14	17	—	—	1,6	1,75	1,1
Провода подвешены на крюках (шахмат 60 см) или траверсах										
6	4	1	6,5	—	—	12	13	1,2	1,35	0,9
8	8	1	7,5	—	—	13	15	1,4	1,55	1,1
10	10	1	8,5	—	—	15	16	1,5	1,65	1,1
16	—	2	7,5	14	17	18	20	1,5	1,65	1,1
—	16	2	8,5	14	17	18	20	1,6	1,75	1,1
20	20	3	7,5	15	18	19	21	1,5	1,65	1,1
24	24	4	6,5	16	18	19	22	1,5	1,65	0,9
32	32	4	7,5	18	22	—	—	1,6	1,75	1,1
40	—	4	7,5	20	25	—	—	1,7	1,85	1,1
—	40	4	8,5	20	25	—	—	1,8	1,95	1,1



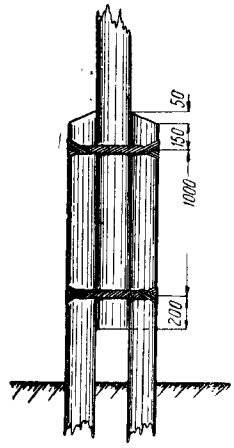
Фиг. 100. Опора в рельсовых основаниях из одного рельса



Фиг. 101. Опора в рельсовых основаниях из двух рельсов: *а*—для типов линий О и Н; *б*—для типов линий У и ОУ



Фиг. 102. Опора в деревянном основании из одной приставки



Фиг. 103. Опора в деревянном основании из двух приставок

Угловые опоры

Угловые опоры устанавливают в местах изменения направления линии; они представляют собой промежуточную опору, укреплённую подпорой или оттяжкой.

На линиях связи, как правило, применяют два типа угловых опор (фиг. 104 и 105). Конструкцию угловой опоры, приведённую на фиг. 104, применяют при числе проводов от 12 до 24 и нормальном вылете угла 10 *м* и более и свыше 24 проводов при нормальном вылете угла более 7,5 *м*.

При меньшем числе проводов или при меньшем вылете угла применяют угловые опоры, показанные на фиг. 105.

Если по условиям местности укрепление промежуточной угловой опоры при помощи подпоры затруднительно, промежуточную опору укрепляют оттяжкой, которую свивают из стальной линейной проволоки; в качестве оттяжки применяют также стальной трос (канат).

Полуанкерные опоры

Полуанкерные опоры применяют для увеличения устойчивости линий типов Н, У и ОУ в качестве переходных опор через электрифицированные и неэлектрифицированные железные дороги, при устройстве удлинённых пролётов, а также в качестве вводных и кабельных опор.

Общий вид простой полуанкерной опоры приведён на фиг. 106, а полуанкерной опоры в рельсовых основаниях — на фиг. 107.

При расположении проводов на крюках (при числе проводов более шести) для увеличения устойчивости линий типов У и ОУ вместо полуанкерных опор применяют усиленные опоры (фиг. 108), представляющие собой промежуточную опору, укреплённую вдоль линии двумя подпорами.

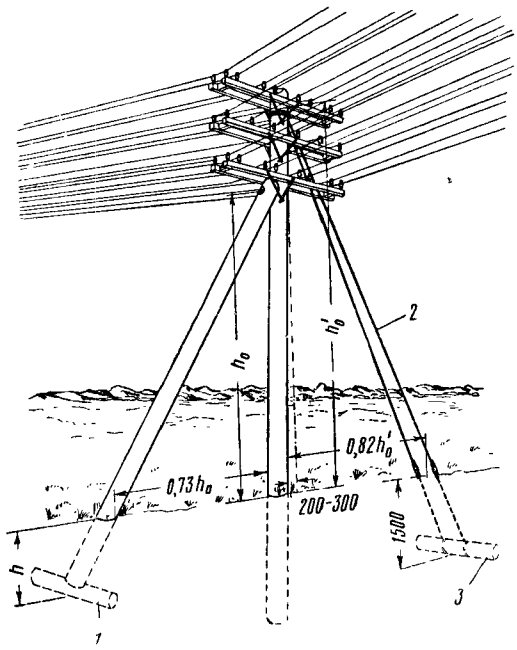
Противоветровые опоры

Кроме полуанкерных и усиленных опор для увеличения устойчивости линий типов У и ОУ применяют противоветровые опоры (фиг. 109), которые устанавливают в том случае, если на линии подвешено более шести проводов.

Устанавливают противоветровые опоры так, чтобы их подпоры были перпендикулярны к направлению линии. При этом подпоры делают по одну и по другую сторону линий поочерёдно.

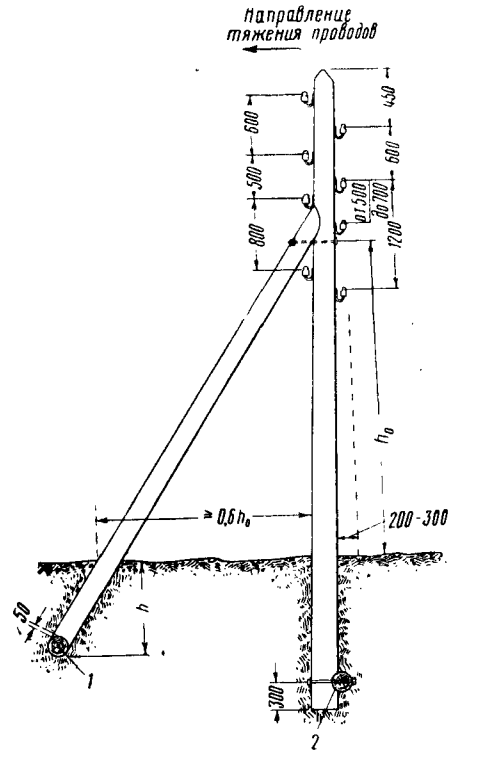
Схема размещения полуанкерных, усиленных и противоветровых опор на линиях типов У и ОУ приведена на фиг. 110.

Если место установки этих опор приходится за два или три пролёта от угловой или сложной опоры, полуанкерную, усиленную или противоветровую опоры не устанавливают.

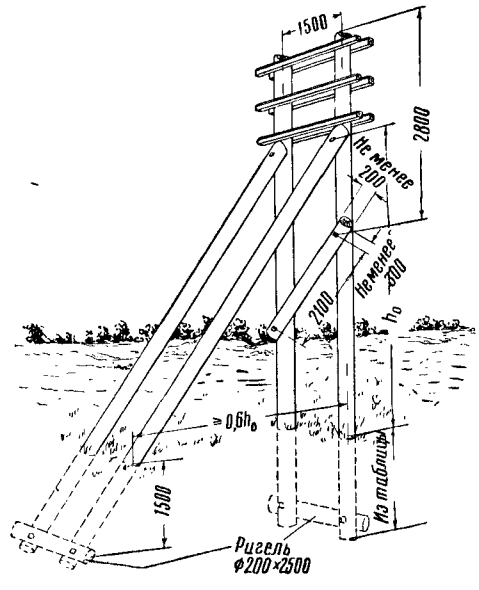


Фиг. 104. Угловая опора, укреплённая подпорой и оттяжкой: *1*—лежень диаметром 200 *мм*, длиной 1 300 *мм* до 12 проводов, 2 000 *мм* более 12 проводов; *2*—оттяжки, свитые из шести стальных проводов диаметром 5 *мм*; *3*—якорный лежень диаметром 200 *мм*, длиной 2 400 *мм* при двух оттяжках, 1 200 *мм* — при одной оттяжке; *h* — для грунтов: I—II категорий — 1 000 *мм*, III—IV—600 *мм*.

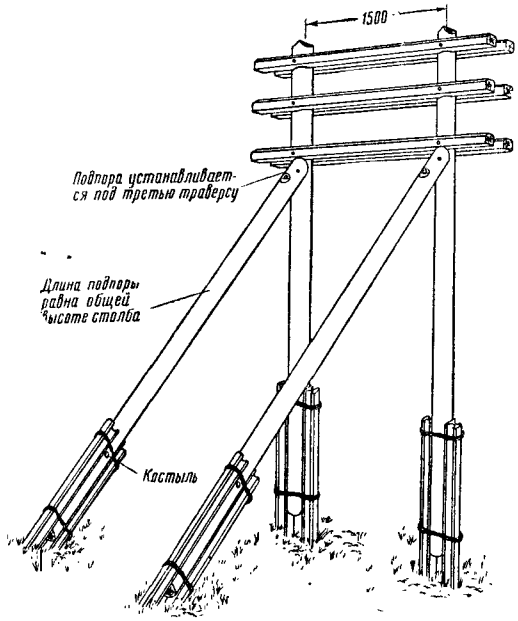
Для линий типа О до 32 проводов, для линий типов Н, У и ОУ до 16 проводов допускается устанавливать одну оттяжку



Фиг. 105. Угловая опора, укреплённая подпорой: *1* — лежень диаметром 200 *мм*, *l* = 1 000 *мм* для линий типов О и Н, *l* = 1 250 *мм* для линий типов У и ОУ; *2*—врубки в столбе и ригеле на глубину 30 *мм*; *h* — для грунтов: I и II категорий — 1 000 *мм*, III и IV—600 *мм*

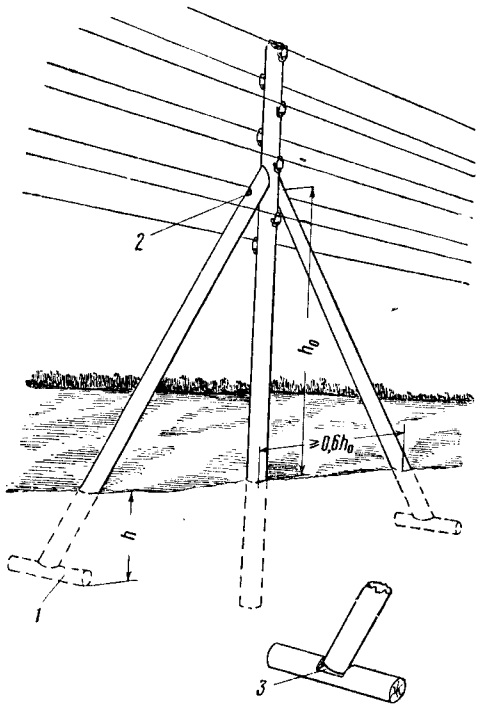


Фиг. 106. Полуанкерная опора



Фиг. 107. Полуанкерная опора в рельсовых основаниях

Если же это расстояние превышает три пролёта, то полуанкерную, усиленную или противоветровую опору устанавливают на середине участка линии, между предыдущей полуанкерной, усиленной или противоветровой опорой и угловой или сложной опорой.



Фиг. 108. Усиленная опора: *1*—лежень диаметром 200×1 000 *мм*; *2* — болт 20×700 *мм*; *3*— врубка на глубину 50 *мм*; *h* — для грунтов: I и II категорий — 1 000 *мм*, III и IV категорий — 600 *мм*

На линиях типа Н при числе проводов 24 и более через 3 *км* устанавливают только полуанкерные опоры.

Опоры для болотистых грунтов

В болотистых грунтах промежуточные опоры на прямой линии укрепляют двумя подпорами (фиг. 111).

Укрепление угловых опор в болотистых грунтах производят в соответствии с фиг. 112.

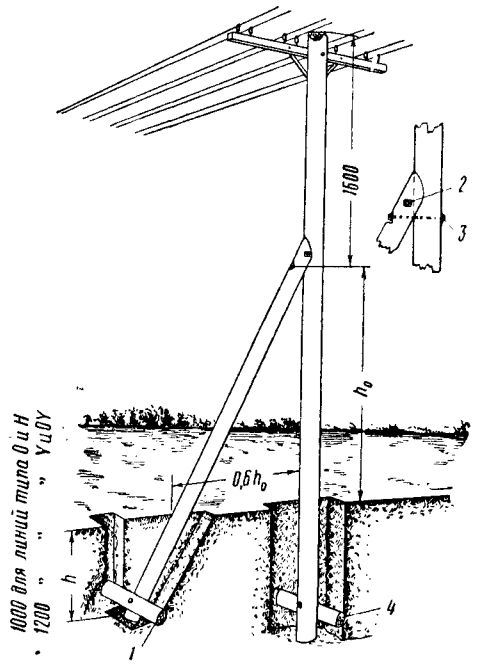
Опоры для районов вечной мерзлоты

При постройке линий связи в районах вечной мерзлоты, где имеет место явление выпучивания (выпирания) опор из грунта, применяют опоры следующей конструкции:

1) в болотистых местах районов вечной мерзлоты применяется устройство ряжей (фиг. 113) — квадратных деревянных срубов высотой 4 — 5 брёвен. Срубы засыпаются землёй.

В заливаемых местах, где возможно всплытие ряжей, их укрепляют двумя колами, забиваемыми в землю. Колы забивают в землю на 1 *м* внутри углов ряжа, расположенных по диагонали, и связывают с брёвнами ряжа при помощи строительных скоб.

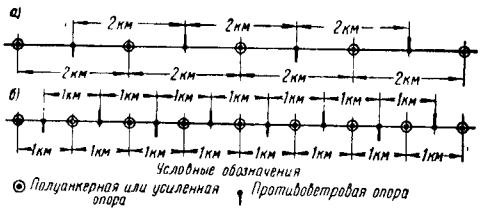
Вместо устройства квадратных деревянных срубов применяют также устройство ряжа



Фиг. 109. Противоветровая опора: *1*—ригель диаметром 200×1 000 *мм*; *2*— болт 16×300 *мм*; *3*—болт 16×450 *мм*; *4*— ригель диаметром 200×1 000 *мм*, устанавливается только в мягких грунтах

путём забивки вокруг опоры 8—10 кольев с последующим переплётом их ивняком или ветвями деревьев и засыпкой землёй.

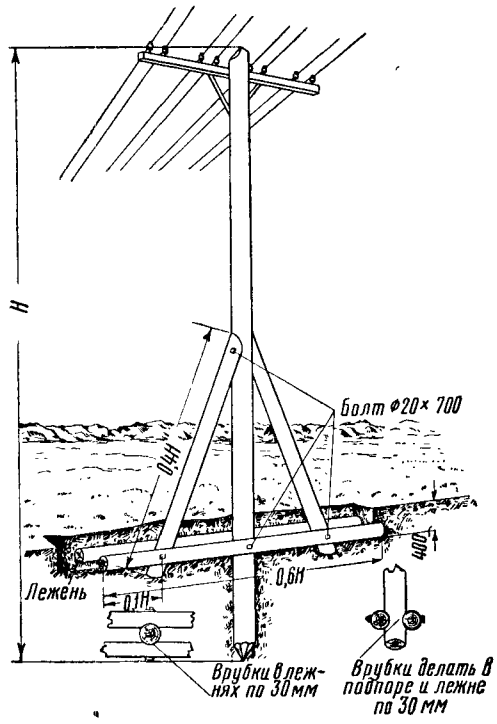
Высота кольев над поверхностью земли 0,75÷0,8 *м*, а глубина их забивки в землю 0,5÷0,6 *м*;



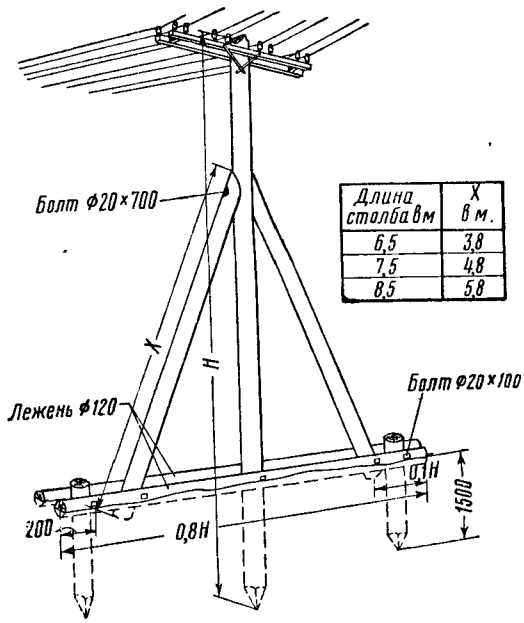
Фиг. 110. Схема размещения противоветровых, а также полуанкерных или усиленных опор: *а*—для линий типа У, *б* — для линий типа ОУ

2) при большой глубине оттаивания грунта (свыше 1,5 *м*) применяют установку опор в рельсовых основаниях, закапываемых на нормальную глубину, но в отличие от фиг. 101 без установки обрубка;

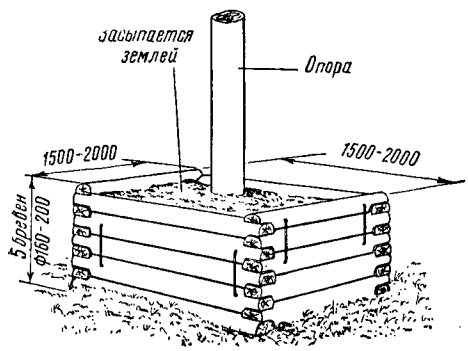
3) при глубине оттаивания грунта до 1,5 *м* применяют установку опор в удлинённых рельсовых основаниях с применением лежня; лежнем следует укреплять также опоры в случае установки их без рельсовых оснований.



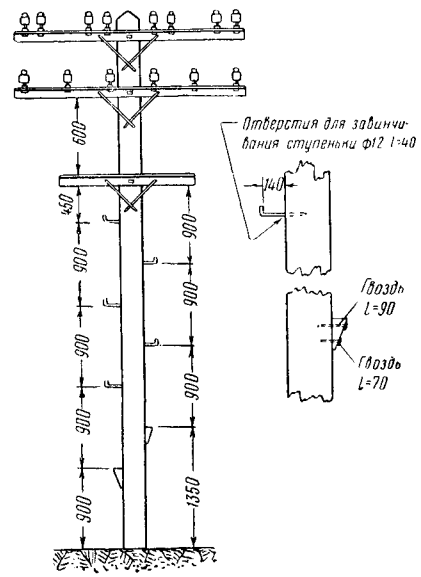
Фиг. 111. Промежуточная опора для болотистых грунтов



Фиг. 112. Угловая опора для болотистых грунтов



Фиг. 113. Устройство ряжа



Фиг. 114. Контрольная опора

Контрольные опоры

Для проведения испытаний и определения места повреждения проводов на линиях связи устанавливаются контрольные опоры (фиг. 114) на расстоянии примерно 15÷25 *км* одна от другой, а также на границах соседних железных дорог и на границах соседних дистанций сигнализации и связи.

Провода на контрольных опорах разрезаются и соединяются при помощи контрольных сжимов.

Контрольная опора оборудуется молниеотводом и ступеньками для влезаиия; кроме того, для удобства работ, ниже проводов устанавливают траверсу.

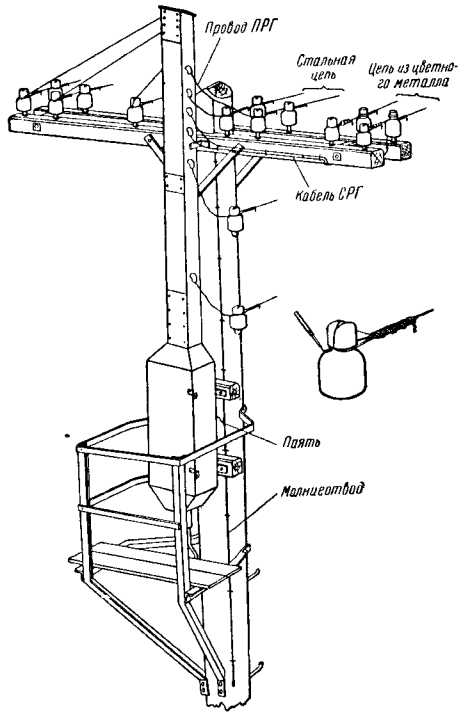
Кабельные опоры

Кабельные опоры устанавливают для соединения проводов воздушной линии с жилами воздушных, подземных и подводных кабелей.

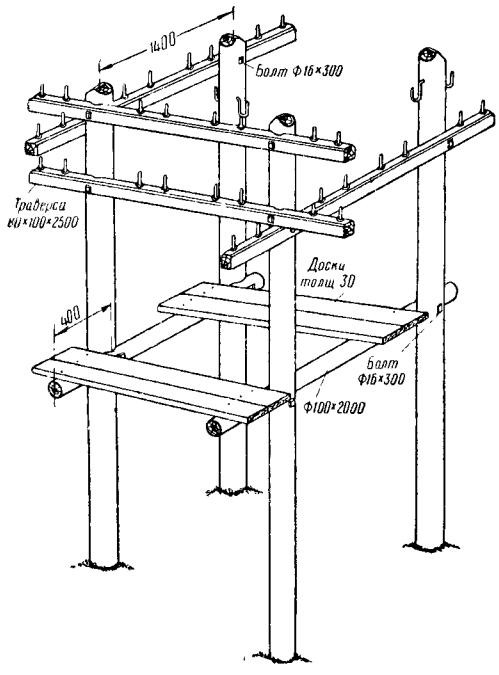
Эти опоры оборудуют кабельным ящиком, деревянным жёлобом для ввода проводов, площадкой для удобства работы, ступеньками для влезания и молниеотводом.

На воздушных линиях связи применяются следующие типы кабельных опор:

1) одинарная кабельная опора (фиг. 115), укреплённая подпорой или оттяжкой, на линиях типов О и Н при числе проводов не



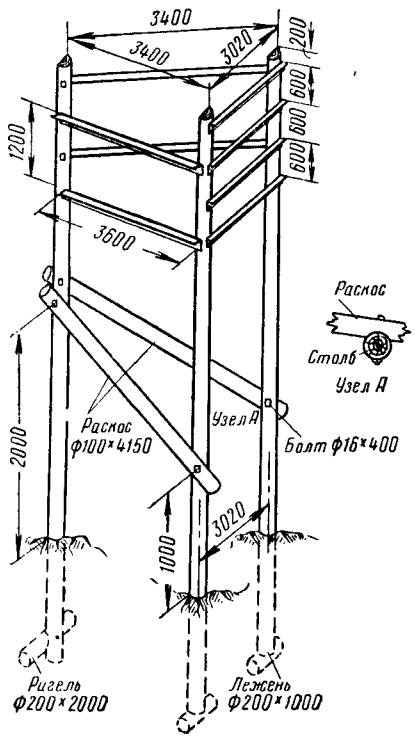
Фиг. 115. Кабельная опора одинарная



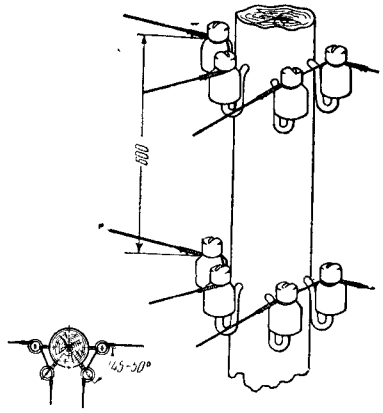
Фиг. 117. Конструкция четверика

более 16, а на линиях типов У и ОУ при числе проводов не более 12;

2) полуанкерная кабельная опора или сдвоенная кабельная опора, укрепляемая подпорой или оттяжкой при числе проводов, превышающем 16—для линий типов О и Н и 12—для линий типов У и ОУ.



Фиг. 116. Конструкция тройника



Фиг. 118. Разрезная опора для малопроводных линий

Разрезные опоры

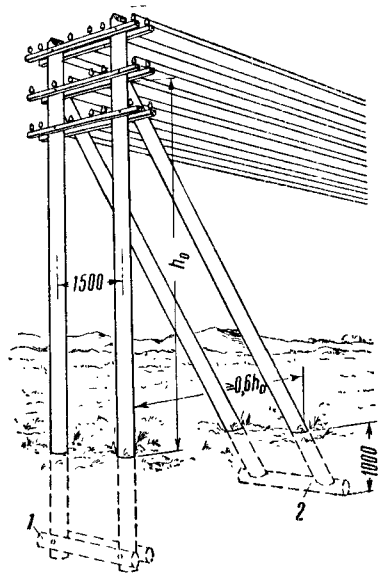
Разрезные опоры устанавливают в местах устройства шлейфов проводов в здания усилительных пунктов и крупных железнодорожных станций.

В качестве разрезных опор на линиях связи применяют тройники (фиг. 116) и четверики (фиг. 117). Если число проводов на шлейфе не превышает 10 и они подвешены на крюках, то разрезную опору оборудуют в соответствии с фиг. 118.

Вводные опоры

Вводные опоры устанавливают в местах ввода проводов в здания.

В качестве вводной опоры на линиях типов О и Н—при числе проводов не более 16, а для линий типов У и ОУ—при числе проводов не более 12, устанавливают одинарную опору, укреплённую подпорой или оттяжкой.



Фиг. 119. Вводная опора полуанкерная: *1* — два ригеля диаметром 200 × 2 500 *мм*; *2*—лежень диаметром 200×3 000 *мм*. До 16 проводов для линий типов О и Н допускается устанавливать один ригель и лежень диаметром 200 × 2 500 *мм*

При большом числе проводов в качестве вводной опоры применяют полуанкерную опору (фиг. 119) или сдвоенную опору.

Вводные опоры снабжают молниеотводом и ступеньками для влезания.

ВОЗДУШНЫЕ ВЫСОКОВОЛЬТНО-СИГНАЛЬНЫЕ ЛИНИИ АВТОБЛОКИРОВКИ

На высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки применяют три основных вида опор:

I — одинарные промежуточные —для установки на прямолинейных участках (как на перегонах, так и на территории станций и населённых пунктов), для устройства транспозиции проводов трёхфазной силовой цепи, для установки трёхполюсных разъединителей, а также для устройства разреза сигнальных проводов в точках, не совпадающих с местом установки силовых опор;

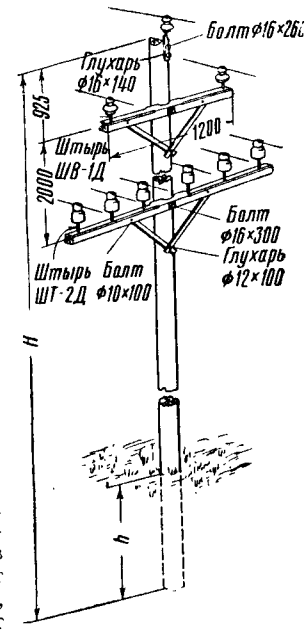
II — А-образные — для установки в качестве угловых, силовых и переходных;

III — АП-образные — для установки на переходах воздушной линии в кабель, а также для устройства удлинённых пролётов.

Опоры каждого из трёх видов устанавливают или непосредственно в грунт или в рельсовые основания.

Одинарные промежуточные опоры

Общий вид одинарной промежуточной опоры, устанавливаемой на перегоне непосредственно в грунт, изображён на фиг. 120. Провода силовой цепи располагают так, чтобы они образовали равносторонний треугольник со стороной, равной 1 *м*; для этой цели верхний провод подвешивают на верхушечном штыре, а два нижних — на двухштырной траверсе. Сигнальные провода в зависимости от их количества подвешивают на четырёх-, шести- или восьмиштырных траверсах.



Фиг. 120. Одинарная промежуточная опора для установки на перегонах на прямолинейных участках

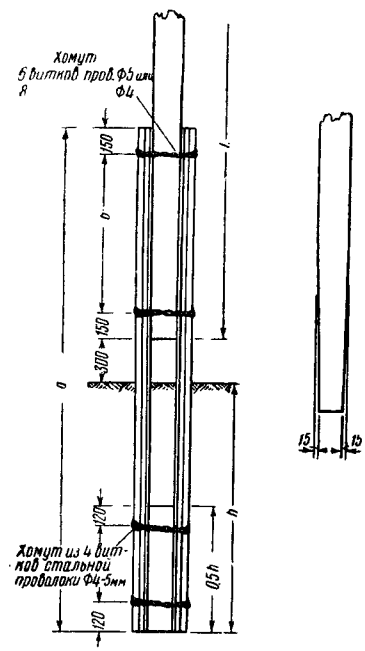
На территории станций и населённых пунктов устанавливают одинарные опоры, отличающиеся от перегонных опор, во-первых, увеличенной на 1 *м* длиной, обеспечивающей требуемый габарит высоковольтных проводов по отношению к земле (6 *м* вместо 5 *м* на перегоне), и, во-вторых, увеличенным диаметром для создания такого же запаса прочности линии, что и на перегонах. Кроме того, на территории станций и населённых пунктов осуществляют принцип двойного подвешивания высоковольтных проводов. Размеры одинарных промежуточных опор как для перегонов, так и для территории станций и населённых пунктов в зависимости от типа линии (Н, У и ОУ), а также глубина закопки этих опор приведены в табл. 99.

Установку одинарных промежуточных опор в рельсовые основания производят в соответствии с фиг. 121; рельсовые основания у этих опор располагают перпендикулярно оси линии. Верхняя часть опор, не показанная на чертеже, оснащается в соответствии с фиг. 120.

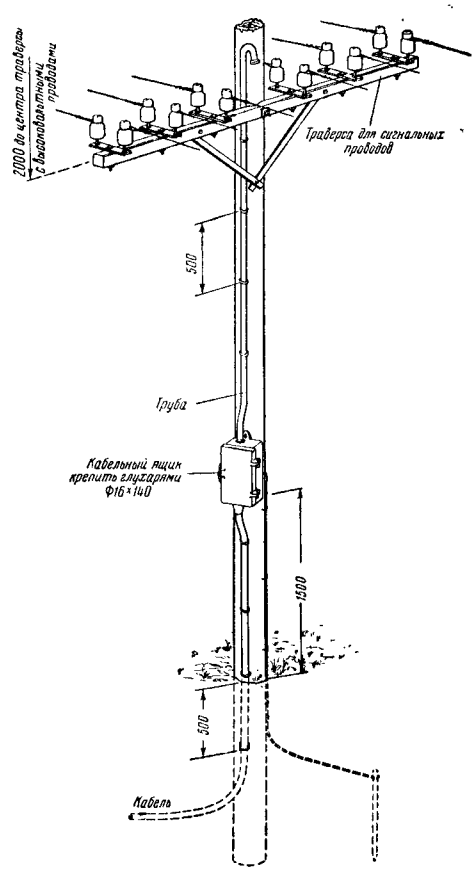
Размеры одинарных опор, глубина их закопки и длины рельсовых рубок приведены в табл. 100.

Транспозицию (перемену местами) высоковольтных проводов осуществляют на одинарных промежуточных опорах в соответствии с фиг. 122.

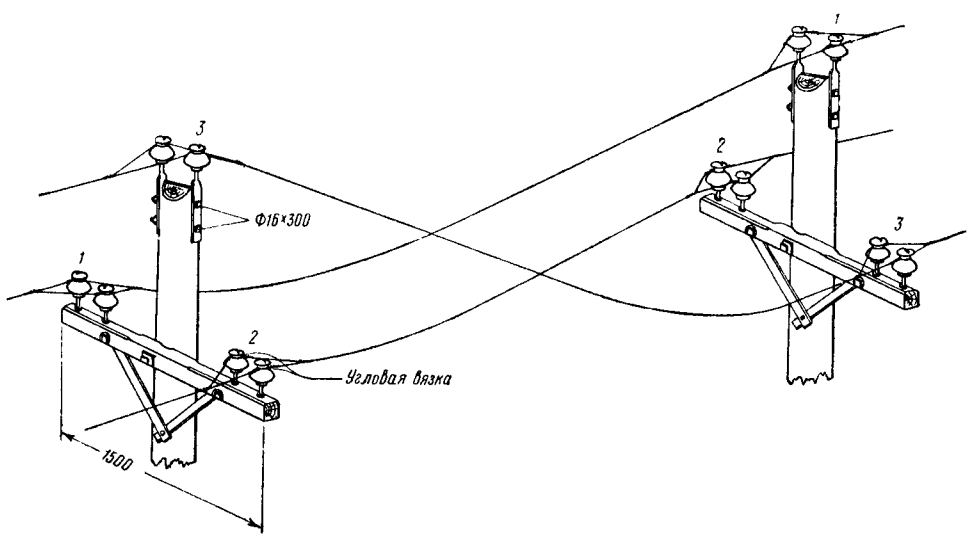
Ввиду того что на транспозиционных опорах высоковольтные провода отклоняются от прямолинейного направления, на этих опорах применяют угловую вязку. Размеры транс-



Фиг. 121. Одинарная промежуточная опора в рельсовых основаниях



Фиг. 123. Одинарная промежуточная опора для устройства разреза проводо в



Фиг. 122. Одинарные промежуточные опоры для устройства транспозиции проводов

Таблица 99

Размеры одинарных промежуточных опор, устанавливаемых непосредственно в грунт

Тип	Длина пролёта в *м*	*H*—общая длина опоры в *м*	Диаметр опоры в вершине в *см*	*h*—глубина закопки опор в грунтах в *м*			Тип	Длина пролёта в *м*	*H*—общая длина опоры в *м*	Диаметр опоры в вершине в *см*	*h*—глубина закопки опор в грунтах в *м*		
				мягком	твёрдом	каменистом или скалистом					мягком	твёрдом	каменистом или скалистом
	На перегоне							*На станции и в населённых пунктах*					
Н	50	8,5	16	1,65	1,50	1,20	Н	50	9,5	17	1,75	1,60	1,30
У	40	8,5	16	1,65	1,50	1,20	У	40	9,5	17	1,75	1,60	1,30
ОУ	35	8,5	16	1,65	1,50	1,20	ОУ	35	9,5	18	1,75	1,60	1,30
	40	9,0	17	1,75	1,60	1,30		40	10,0	19	1,80	1,65	1,35

Таблица 100

Одинарные промежуточные опоры в рельсовых основаниях

Тип линии	Длина пролёта в *м*	Диаметр опоры в вершине в *см*	Размеры в грунтах в *м*									Длина стойба *l* в *м*
			мягком			твёрдом			каменистом или скалистом			
			h	*a*	*b*	*h*	*a*	*b*	*h*	*a*	*b*	
			На перегонах									
Н	50	16	1,65	3,25	1,0	1,5	3,25	1,15	1,2	2,75	0,95	6,5
У	40	16	1,65	3,25	1,0	1,5	3,25	1,15	1,2	2,75	0,95	6,5
ОУ	35	16	1,65	3,25	1,0	1,5	3,25	1,15	1,2	2,75	0,95	6,5
	40	17	1,75	3,50	1,15	1,6	3,25	1,05	1,3	3,25	1,55	7,0
			На станциях									
Н	50	17	1,75	3,50	1,15	1,6	3,50	1,30	1,3	3,25	1,35	7,5
У	40	17	1,75	3,50	1,15	1,6	3,50	1,30	1,3	3,25	1,35	7,5
ОУ	35	18	1,75	3,50	1,15	1,6	3,50	1,30	1,3	3,25	1,35	7,5
	40	19	1,80	3,50	1,10	1,65	3,50	1,25	1,35	3,25	1,30	8,0

Таблица 101

Размеры одинарных промежуточных опор для установки трёхполюсных разъединителей (опоры устанавливаются непосредственно в грунт)

Тип линии	Длина пролёта в *м*	Диаметр опоры в вершине в *см*	*H*—общая длина опоры в *м*	*h*—глубина закопки опоры в грунтах в *м*			Длина штанги разъединителя в *м*	
				мягком	твёрдом	каменистом или скалистом	РЗН-$Г_2$	ТВ-102
			На перегоне					
Н	50	18	8,0	1,65	1,50	1,20	5,0	5,1
У	40	18	8,0	1,65	1,50	1,20	5,0	5,1
ОУ	35	18	8,0	1,65	1,50	1,20	5,0	5,1
	40	18	8,5	1,75	1,60	1,30	5,4	5,6
			На станции					
Н	50	18	9,0	1,75	1,60	1,30	5,9	6,1
У	40	18	9,0	1,75	1,60	1,30	5,9	6,1
ОУ	35	18	9,0	1,75	1,60	1,30	5,9	6,1
	40	18	9,5	1,80	1,65	1,35	6,35	6,6

Таблица 102

Размеры одинарных промежуточных опор для установки трёхполюсных разъединителей (опоры устанавливаются в рельсовые основания)

Тип линии	Длина пролёта в *м*	Диаметр опоры в вершине в *см*	Размеры в грунтах в *см* (фиг. 121)									*l* — длина столба в *м*
			мягком			твёрдом			каменистом или скалистом			
			a	*h*	*b*	*h*	*a*	*b*	*h*	*a*	*b*	
На перегоне												
Н	50	18	165	325	100	150	325	115	120	275	95	6,0
У	40	18	165	325	100	150	325	115	120	275	95	6,0
ОУ	35	18	165	325	100	150	325	115	120	275	95	6,0
	40	18	175	350	115	160	325	105	130	325	135	6,0
На станции												
Н	50	18	175	350	115	160	350	130	130	325	135	7,0
У	40	18	175	350	115	160	350	130	130	325	135	7,0
ОУ	35	18	175	350	115	160	350	130	130	325	135	7,0
	40	18	180	350	110	165	350	125	135	325	130	7,5

позиционных опор следует брать из табл. 99 и 100.

Укрепление промежуточных опор в болотистом грунте производят аналогично укреплению таких же опор на линиях связи. Размеры опор в этих случаях следует брать из табл. 99.

Для устройства разреза сигнальных проводов на отрезках линии между двумя силовыми опорами применяют опоры, оборудование которых отличается от оборудования обычных одинарных промежуточных опор наличием кабельного ящика и накладок на траверсе для разреза сигнальных проводов (фиг. 123).

Устанавливать разрезные опоры на углах не разрешается. Размеры таких опор берут из табл. 99, а оснастку верхней части делают в соответствии с фиг. 120; при установке разрезных опор в рельсовые основания размеры берут из табл. 100.

Для установки трёхполюсных секционных разъединителей типа РЗН-$Г_2$ применяются опоры, общий вид которых изображён на фиг. 124.

Размеры этих опор и глубина их закопки приведены в табл. 101 и 102.

А-образные опоры

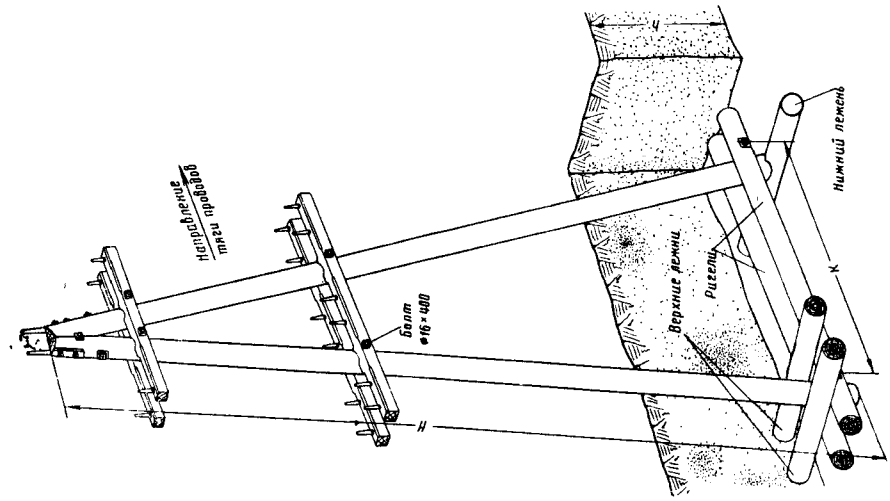
В точках изменения направления линии устанавливают А-образные угловые опоры (фиг. 125), состоящие из двух столбов, припасованных в вершине под углом 20°. На угловых опорах осуществляют двойное крепление проводов. Вертикальная плоскость, образуемая двумя столбами (ногами), должна совпадать с направлением равнодействующей тяги проводов и итти по биссектрисе внутреннего угла линии.

Размеры А-образных угловых опор приведены в табл. 103.

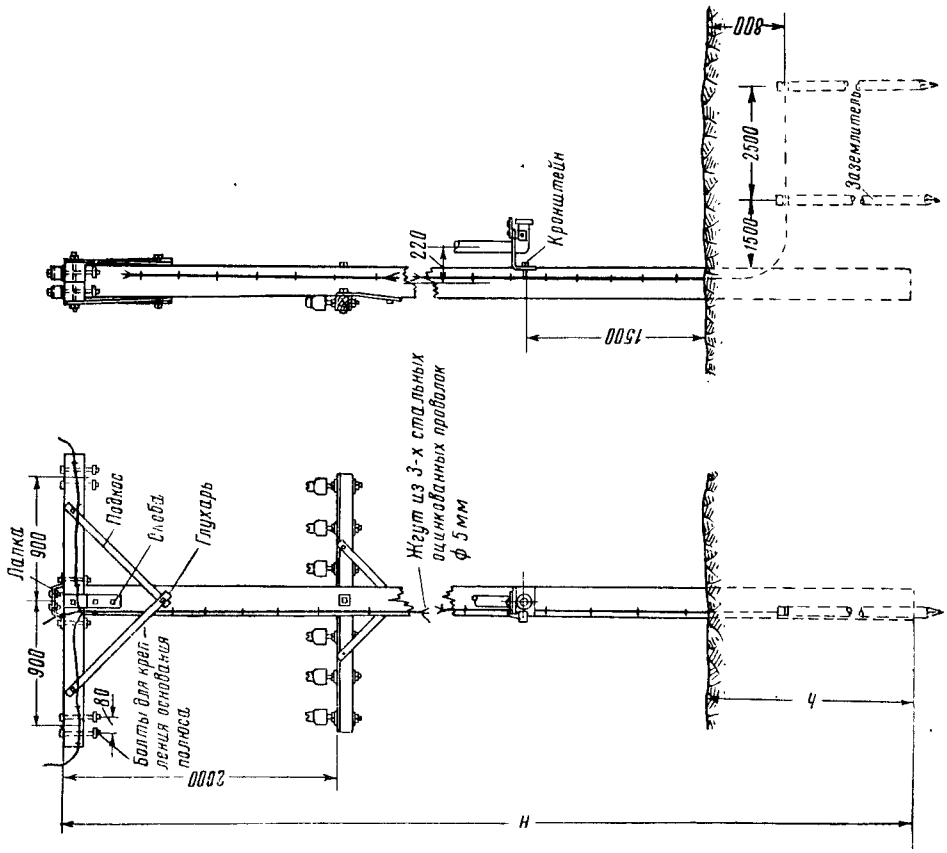
Таблица 103

Размеры А-образных угловых опор для установки непосредственно в грунт

Тип линии	Длина пролёта в *м*	Длина столба *H* в *м*	Диаметр столба в вершине в *см*	Размер *K* в *м*	Глубина закопки опоры *h* в грунтах в *м*		
					мягком	твёрдом	каменистом или скалистом
На перегоне							
Н	50	8,5	16	2,85	1,65	1,50	1,20
У	40	8,5	16	2,85	1,65	1,50	1,20
ОУ	35	8,5	16	2,85	1,65	1,50	1,20
	40	9,0	17	3,00	1,75	1,60	1,30
На станции							
Н	50	9,5	17	3,20	1,75	1,60	1,30
У	40	9,5	17	3,20	1,75	1,60	1,30
ОУ	35	9,5	18	3,20	1,75	1,60	1,30
	40	10,0	19	3,35	1,80	1,65	1,35

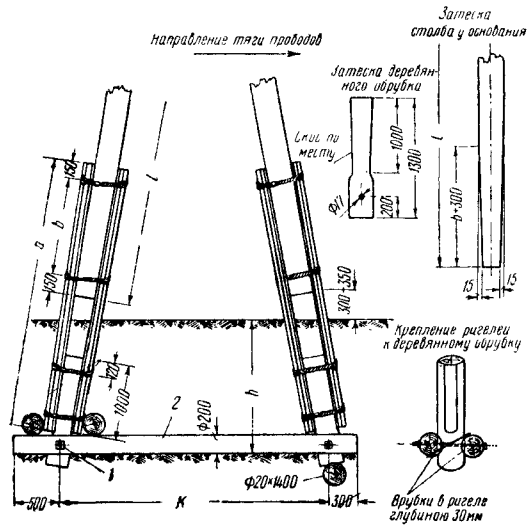


Фиг. 125. А-образная угловая опора для установки в грунт



Фиг. 124. Одинарная промежуточная опора для установки разъединителя типа РЗН-Г$_2$

При установке А-образных угловых опор в рельсовые основания конструкцию нижней части опор берут в соответствии с фиг. 126, а размеры опор — по табл. 104.



Фиг. 126. А-образная угловая опора в рельсовых основаниях: *1*—болт диаметром 16×700 *мм*; *2*—ригель

Для установки линейных силовых трансформаторов и приборов защиты к ним применяют А-образные силовые опоры; различают силовые опоры на один и на два трансформатора.

Общий вид А-образной опоры с оснасткой верхней части применительно к установке одного трансформатора типа ОМ приведён на фиг. 127. Нижняя (подземная) часть опоры одинакова как для варианта с одним, так и для варианта с двумя трансформаторами.

Размещение высоковольтного оборудования на силовых опорах с одним трансформатором дано на фиг. 128.

Размеры А-образных силовых опор соответствуют размерам А-образных угловых опор и поэтому они могут быть взяты из табл. 103 и 104.

Силовую опору устанавливают так, чтобы её ноги были расположены вдоль линии.

Так как с точки зрения механической прочности линии силовые опоры выполняют те же функции, что и полуанкерные опоры на воздушных линиях связи, то на них должно быть осуществлено двойное крепление высоковольтных проводов.

АП-образные опоры

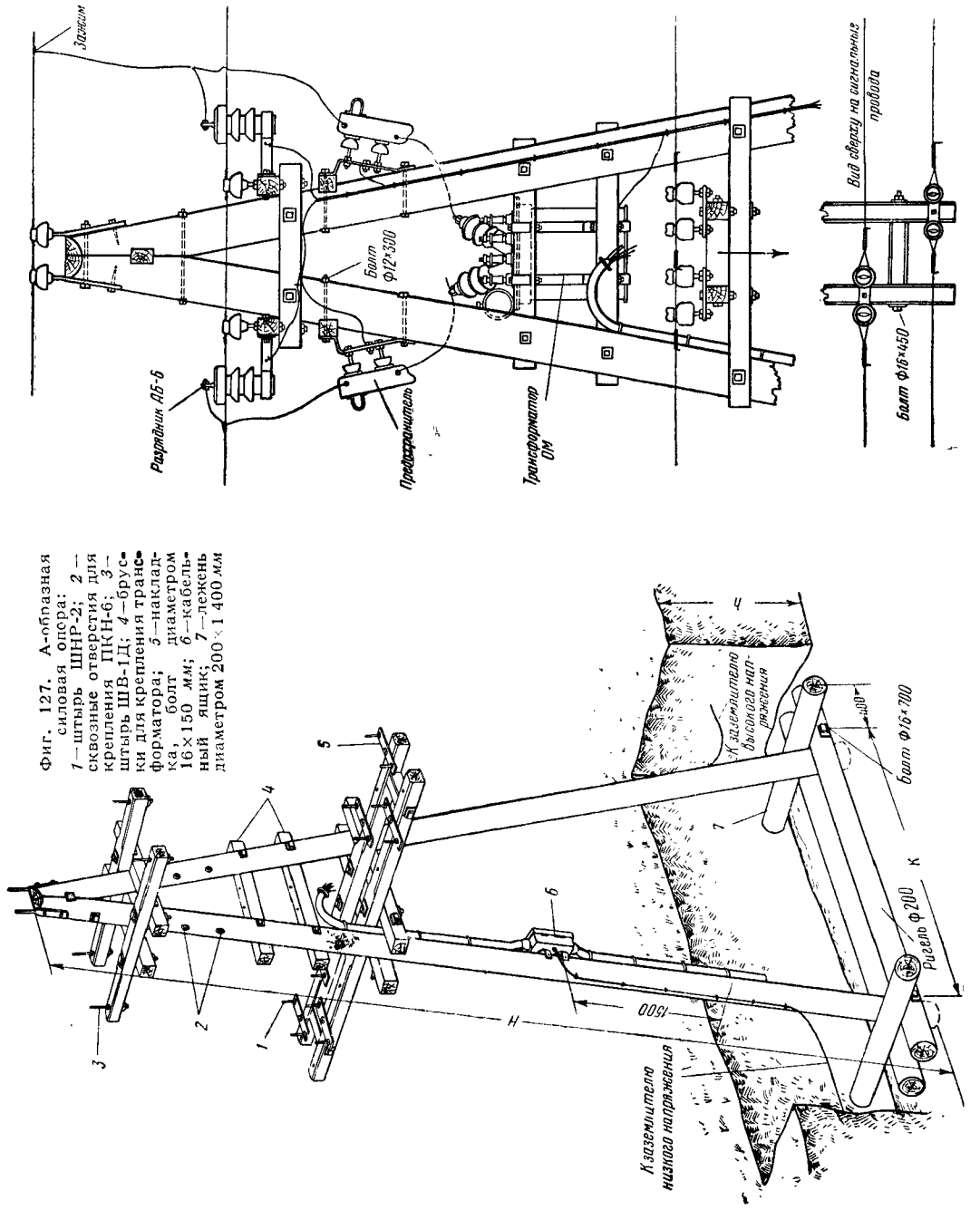
На переходе воздушных высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки в кабель применяют АП-образные опоры, общий вид которых при установке непосредственно в грунт приведён на фиг. 129. Расположение кабельной муфты (конструкции инж. Фирсова) и прочего оборудования на опоре изображено на фиг. 130. В случае установки АП-образных опор в рельсовые основания конструкция нижней части опоры должна соответствовать фиг. 131; крепление ригелей и положение лежней левой половины опоры такое же, как и опоры, устанавливаемой в грунт по фиг. 129.

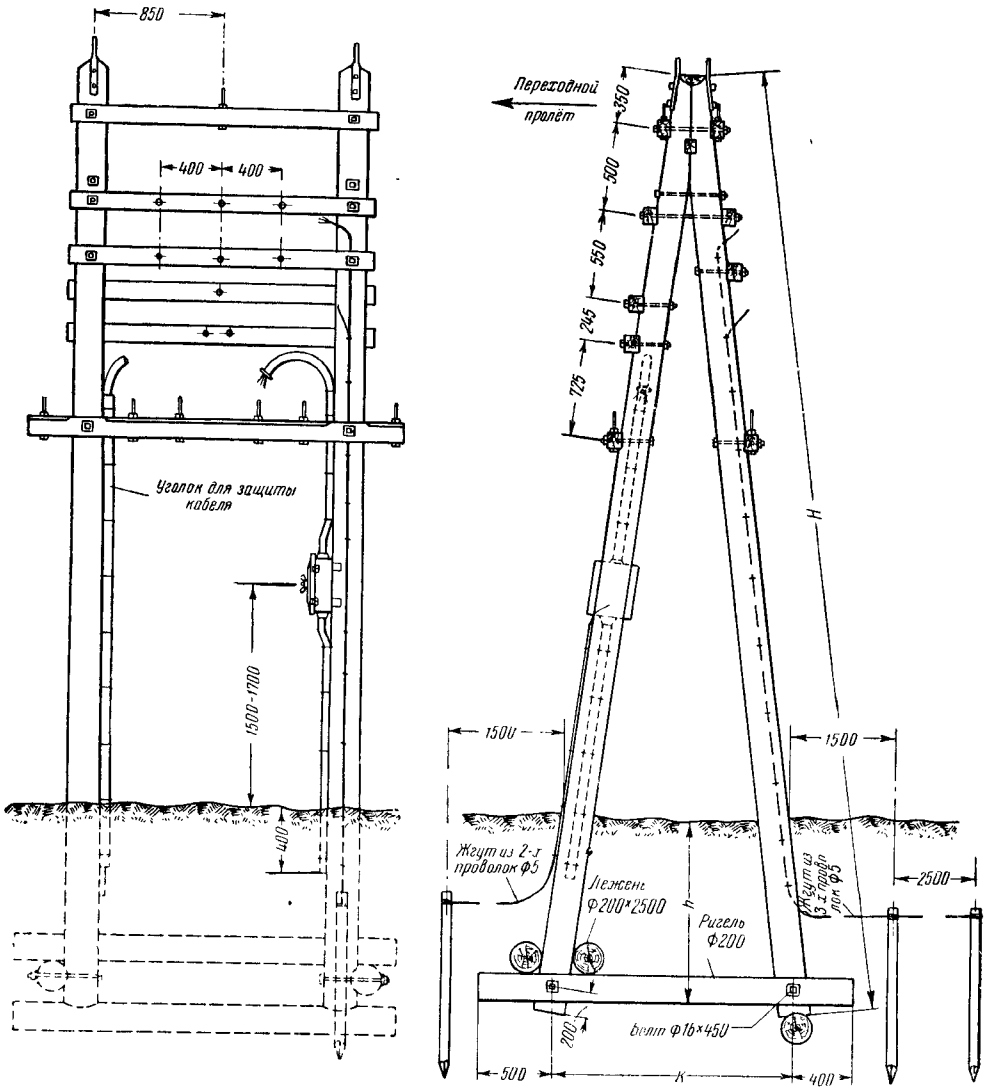
Размеры АП-образных опор приведены в табл. 105.

Таблица 104

Размеры А-образных угловых опор, устанавливаемых в рельсовые основания

Тип линии	Длина пролёта в *м*	Диаметр столба в вершине в *см*	*l*—длина столба в *м*	Размеры в *м*											
				в мягком грунте				в твёрдом грунте				в каменистых или скалистых грунтах			
				h	*a*	*b*	*к*	*h*	*a*	*b*	*к*	*h*	*a*	*b*	*к*
На перегоне															
Н	50	16	6,5	1,80	3,25	1,00	2,95	1,65	3,25	1,15	2,90	1,35	2,75	0,95	2,80
У	40	16	6,5	1,80	3,25	1,00	2,95	1,65	3,25	1,15	2,90	1,35	2,75	0,95	2,80
ОУ	35	16	6,5	1,80	3,25	1,00	2,95	1,65	3,25	1,15	2,90	1,35	2,75	0,95	2,80
	40	17	7,0	1,90	3,50	1,15	3,20	1,75	3,25	1,05	3,10	1,45	3,25	1,35	3,35
На станции															
Н	50	17	7,5	1,90	3,50	1,15	3,35	1,75	3,50	1,30	3,30	1,45	3,25	1,35	3,20
У	40	17	7,5	1,90	3,50	1,15	3,35	1,75	3,50	1,30	3,30	1,45	3,25	1,35	3,20
ОУ	35	18	7,5	1,90	3,50	1,15	3,35	1,75	3,50	1,30	3,30	1,45	3,25	1,35	3,20
	40	19	8,0	1,95	3,50	1,10	3,55	1,80	3,50	1,25	3,50	1,50	3,25	1,30	3,40


Заземл
Разрядник РВ-6
Предохранитель
Болт Ф12×300
Трансформатор ОМ
Вид сверху на вязальные провода
Болт Ф16×450
Фиг. 128. Расположение высоковольтного оборудования на силовой опоре с одним трансформатором типа ОМ
Фиг. 127. А-образная силовая опора:
1 — штырь ШНР-2; 2 — сквозные отверстия для крепления ПКН-6; 3 — штырь ШВ-1Д; 4 — брусски для крепления трансформатора; 5 — накладка, болт диаметром 16×150 мм; 6 — кабельный ящик; 7 — лежень диаметром 200×1 400 мм
1500
H
К заземлителю низкого напряжения
К заземлителю высокого напряжения
Ригель Ф200
Болт Ф16×700
400



Фиг. 129. АП-образная опора для перехода воздушной линии в кабель

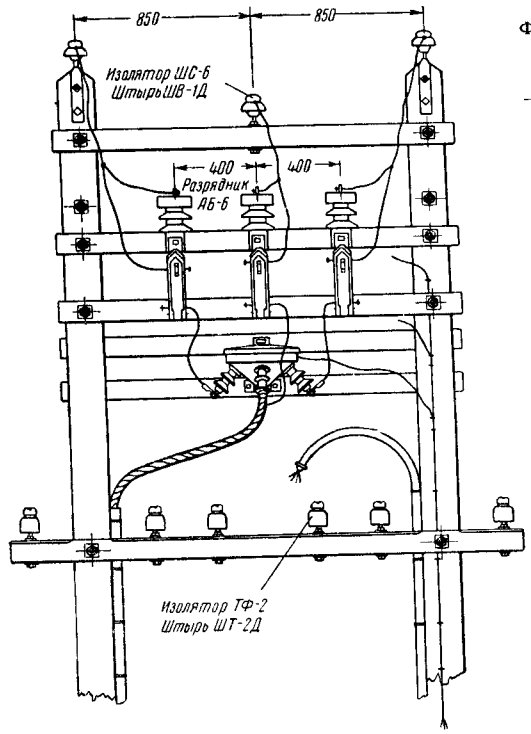
Таблица 105

Размеры АП-образных опор для перехода воздушной высоковольтно-сигнальной линии в кабель

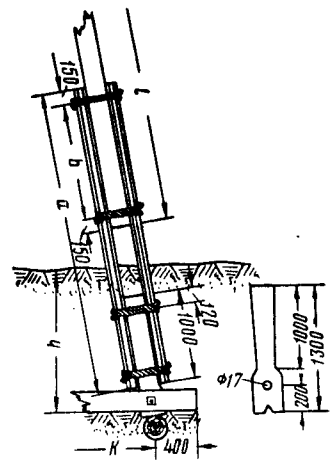
Тип линии	Длина пролёта в *м*	Диаметр столба в вершине в *см*	Размеры опор для установки в рельсовые основания в грунтах в *см*												Размеры опор для установки в грунт				
			мягком				твёрдом				каменистом и скалистом				*H*—длина столба в *м*	*h*—глубина закопки столба в грунтах в *см*				
			h	*a*	*b*	*к*	*h*	*a*	*b*	*к*	*h*	*a*	*b*	*к*		мягком	твёрдом	каменистом и скалистом	*H*—длина столба в *м*	размер *к* в *см*
На перегоне																				
Н	50	16	180	325	100	225	165	325	115	220	135	275	95	210	6,5	165	150	120	8,5	215
У	40	16	180	325	100	225	165	325	115	220	135	275	95	210	6,5	165	150	120	8,5	215
ОУ	35	16	180	325	100	225	165	325	115	220	135	275	95	210	6,5	165	150	120	8,5	215
	40	17	190	350	115	240	175	325	105	235	145	325	135	225	7,5	175	160	130	9,0	230

Продолжение табл. 105

Тип линии	Длина пролёта в *м*	Диаметр столба в вершине в *см*	Размеры опор для установки в рельсовые основания в грунтах в *см*												*H*—длина столба в *м*	Размеры опор для установки в грунт				
			мягком				твёрдом				каменистом и скалистом					*h*—глубина закопки столба в грунтах в *см*			*H*—длина столба в *м*	размер *к* в *см*
			h	*a*	*b*	*к*	*h*	*a*	*b*	*к*	*h*	*a*	*b*	*к*		мягком	твёрдом	каменистом и скалистом		
На станции																				
Н	50	17	190	350	115	250	175	350	130	250	145	325	135	225	7,5	175	160	130	9,5	240
У	40	17	190	350	115	250	175	350	130	250	145	325	135	225	7,5	175	160	130	9,5	240
ОУ	35	18	190	350	115	250	175	350	130	250	145	325	135	225	7,5	175	160	130	9,5	240
	40	19	195	350	110	265	180	350	125	260	150	325	130	250	8,0	180	165	135	10,0	255



Фиг. 130. Расположение высоковольтного оборудования на АП-образной переходной опоре



Фиг. 131. Нижняя часть АП-образной переходной опоры в рельсовых основаниях

РАСЧЁТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ И СЦБ

Исходные данные для расчёта проводов и опор

Исходные данные для производства необходимых расчётов механической прочности элементов линейных сооружений должны соответствовать климатическим атмосферным условиям, свойственным той местности, где строится воздушная линия.

Согласно существующим правилам на постройку воздушных линий установлено четыре климатических района (I, II, III и IV), для каждого из которых берут вполне определённые расчётные данные, приведённые в табл. 106.

Принятые для различных районов типы воздушных линий приведены в табл. 107.

Расчёт проводов

Расчёт проводов позволяет находить соответствующие условия их подвески в различных климатических районах, а также определять величины растягивающего усилия в про-

Таблица 106

Исходные данные для расчёта механической прочности линейных сооружений

Атмосферные условия	Климатические районы			
	I	II	III	IV
Гололёд: толщина стенки льда в *см*	0,5	1,0	1,5	2,0
удельный вес льда в *г/см*³	0,9			
Скорость ветра в *м/сек*: при гололёде . .	10		15	
при отсутствии гололёда	25			
при температуре +40 и —40°С . .	0			
Температура воздуха в °С: при гололёде . .	— 5			
наивысшая . . .	+40			
наинизшая . . .	—40			

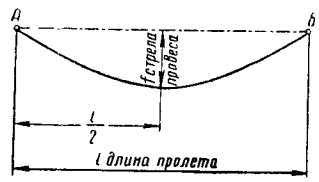
Таблица 107

Типы воздушных линий для различных климатических районов

Линии	Климатические районы			
	I	II	III	IV
Связи	О	Н	У	ОУ
Высоковольтно-сигнальные автоблокировки . . .	Н		У	ОУ

Условные обозначения типов линий:

О—облегчённый; Н—нормальный;
У—усиленный; ОУ—особо усиленный.



Фиг. 132. Провес провода в пролёте

водах в зависимости от различных видов нагрузок (собственный вес провода, гололёд, ветер), температуры окружающего воздуха и т. д.

Расчёты проводов основаны на использовании зависимости между величиной растягивающего усилия (тяжения) в проводе и стрелой провеса провода (фиг. 132).

Расчёт производят по формулам табл. 108, выражая нагрузки на провода через удельные нагрузки, отнесённые к 1 *м* длины и 1 *мм*² поперечного сечения провода.

Допускаемые величины напряжения растяжения в проводах при проведении расчётов берут в соответствии с табл. 109.

Расчёт промежуточных опор

Основное воздействие на опоры оказывают горизонтальные силы, создаваемые давлением ветра на провода и опоры и особенно возрастающие во время гололёда. Незначительное воздействие оказывают также вертикальные силы, создаваемые весом проводов и арматуры, весом надземной части опоры, а также весом льда, образующегося на проводах во время гололёда.

Конструкцию опор выбирают и рассчитывают таким образом, чтобы при наиболее неблагоприятных для данного района атмосферных условиях напряжения, возникающие

Таблица 108

Формулы для расчёта проводов

Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Удельная нагрузка провода от собственного веса	$\gamma_1 = \frac{\gamma_0}{1\,000}$	$\frac{кг}{м \cdot мм^2}$	γ_0 — удельный вес проволоки в $\frac{г}{см^3}$
Удельная нагрузка провода от веса льда при гололёде	$\gamma_2 = \frac{\pi b (d + b) \delta_0}{1\,000 q}$	$\frac{кг}{м \cdot мм^2}$	b — толщина стенки льда на проводе в *мм*; d — диаметр провода в *мм*; δ_0 — удельный вес льда в $\frac{г}{см^3}$; при расчётах принимают $\delta_0 = 0{,}9$; q — поперечное сечение провода в *мм*²

Продолжение табл. 108

Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Удельная нагрузка провода от собственного веса и веса льда при гололёде	$\gamma_3 = \gamma_1 + \gamma_2$	$\frac{кг}{м \cdot мм^2}$	
Удельная нагрузка провода от давления ветра на него при отсутствии гололёда	$\gamma_4 = \frac{0{,}06v^2d}{1\,000q}$	$\frac{кг}{м \cdot мм^2}$	v — скорость ветра в $м/сек$
Удельная нагрузка от давления ветра на провод при гололёде	$\gamma_5 = \frac{0{,}06v^2(d+2b)}{1\,000q}$	$\frac{кг}{м \cdot мм^2}$	
Удельная нагрузка провода от собственного веса и давления ветра на провод	$\gamma_6 = \sqrt{\gamma_1^2 + \gamma_4^2}$	$\frac{кг}{м \cdot мм^2}$	
Удельная нагрузка провода от собственного веса, веса льда и давления ветра на провод при гололёде	$\gamma_7 = \sqrt{\gamma_3^2 + \gamma_5^2}$	$\frac{кг}{м \cdot мм^2}$	
Растягивающее усилие (тяжение) в проводе	$T = \sigma q$	$кг$	T — тяжение в $кг$; σ — напряжение растяжения в проводе в $\frac{кг}{мм^2}$
Стрела провеса провода	$f = \frac{l^2\gamma}{8\sigma}$	$м$	l — длина пролёта в $м$
Напряжение растяжения в проводе при изменении температуры (гололёд отсутствует)	$\sigma_x - \frac{l^2\gamma_1^2}{24\beta\sigma_x^2} = \sigma - \frac{l^2\gamma_1^2}{24\beta\sigma^2} - \frac{\alpha}{\beta}(t_x - t)$	$\frac{кг}{мм^2}$	σ_x — напряжение растяжения в проводе при температуре t_x °C; σ — напряжение растяжения в проводе при температуре t C; α — коэфициент температурного линейного расширения провода; β — коэфициент упругого удлинения провода в $\frac{мм^2}{кг}$
Напряжение растяжения в проводе в зависимости от температуры и величины нагрузки	$\sigma_x - \frac{l^2\gamma_x^2}{24\beta\sigma_x^2} = \sigma - \frac{l^2\gamma_1^2}{24\beta\sigma^2} - \frac{\alpha}{\beta}(t_x - t)$	$\frac{кг}{мм^2}$	σ_x — напряжение растяжения в проводе при удельной нагрузке γ_x и температуре t_x °C; σ — напряжение растяжения в проводе при удельной нагрузке γ_1 и температуре t°C; γ_x — удельная нагрузка провода при заданных расчётных условиях (скорость ветра, гололёд) γ_1 — удельная нагрузка провода при отсутствии ветра и гололёда

Таблица 109

Допускаемые напряжения в проводах

Расчётные условия	Материал проводов	Максимально допускаемое напряжение растяжения в проводе в *кг/мм²*
Провода связи и сигнальные		
Температура −40°С Гололёд и ветер отсутствуют	Сталь	16,50
	Биметалл	17,55
	Медь	18,80
Гололёд и ветер в сильно гололёдных районах (типы линий У и ОУ)	Сталь	Может быть повышено до 28
	Биметалл	
	Медь	
Провода высоковольтных цепей автоблокировки		
Температура — 5°С Гололёд и ветер	Сталь	Вычисляется из условий соблюдения запаса прочности $K=2{,}5$

в опасном сечении опор, не превзошли величин допускаемых напряжений. Опасным сечением для опор, установленных непосредственно в грунт, практически является сечение на уровне земли, а для опор, установленных в искусственные основания, — на уровне верхнего хомута. При расчёте определяют также глубину закопки опор, исходя из условия предупреждения опрокидывания их под воздействием горизонтальных сил, возникающих от давления ветра на провода и наземную часть опор.

Расчёт начинают с определения высоты надземной части опор (табл. 110), исходя из условия обеспечения требуемых габаритов проводов по отношению к земле при максимально возможных стрелах провеса.

На высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки для высоты надземной части опор решающим является габарит нижних высоковольтных проводов по отношению к земле. На объединённых линиях связи и СЦБ высоту надземной части опор проверяют как по габариту нижнего провода связи, так и по габариту проводов силовой цепи по отношению к земле.

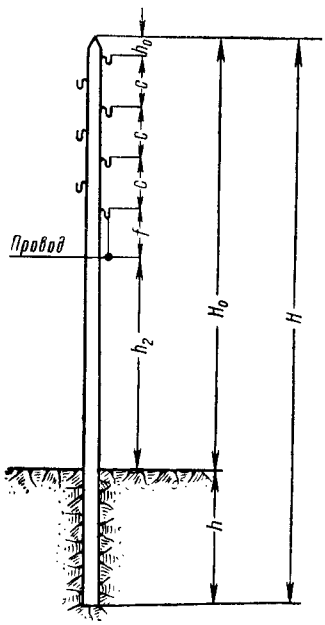
Таблица 110

Формулы для расчёта промежуточных опор

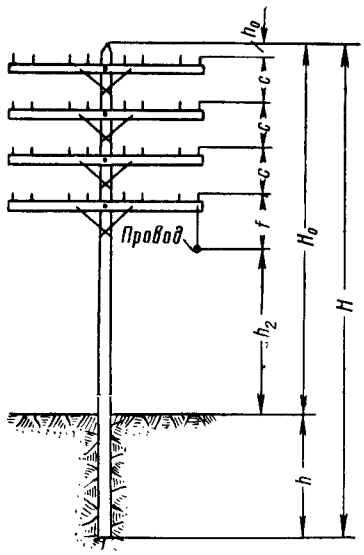
Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Общая длина опоры (столба)	$H=H_0+h$	*м*	H — общая длина опоры (столба) в *м*; H_0 — высота надземной части опоры в *м*; h — глубина закопки опор в грунт в *м*
Высота надземной части опоры на линиях связи, оборудованных крюками (фиг. 133)	$H_0 = h_0 + (n-1\ c + f + h_2$	*м*	h_0 — расстояние от гребня опоры до верхней плоскости верхнего крюка в *м*; n — число проводов на одной стороне опоры; c — расстояние между крюками на одной стороне опоры в *м*; f — максимальная стрела провеса проводов в *м*; h_2 — требуемый габарит нижнего провода по отношению к земле в *м*
Высота надземной части опоры на линиях связи, оборудованных траверсами (фиг. 134)	$H_0 = h_0 + (n-1)c + f + h_2$	*м*	h_0 — расстояние от гребня опоры до верхней плоскости штырей на верхней траверсе в *м*; n — число траверс на опоре; c — расстояние между болтами, крепящими траверсы к опоре, в *м*
Высота надземной части опоры на объединённых линиях связи и СЦБ; провода силовой цепи подвешены на верхней траверсе (фиг. 134)	$H_0 = h_0 + f + h_2$	*м*	f — максимальная стрела провеса проводов силовой цепи в *м*; h_2 — требуемый габарит проводов силовой цепи по отношению к земле в *м*
Высота надземной части опоры на высоковольтно сигнальных линиях автоблокировки (фиг. 135)	$H_0 = h_0 + f + h_2$	*м*	h_0 — расстояние от гребня опоры до верхней плоскости штырей на высоковольтной траверсе в *м*; f — максимальная стрела провеса высоковольтных проводов в *м*; h_2 — требуемый габарит высоковольтных проводов по отношению к земле в *м*

Продолжение табл. 110

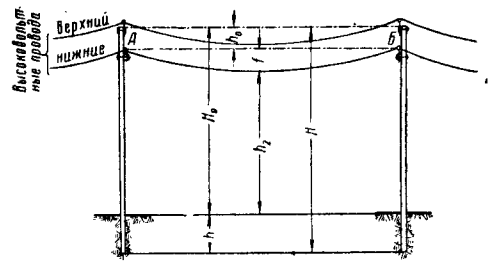
Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Напряжение изгиба в опасном сечении опоры	$\sigma = \frac{1{,}05M}{W}$	$\frac{кг}{см^2}$	1,05—коэфициент, учитывающий увеличение напряжения от действия вертикальных сил; M—изгибающий момент, создаваемый в опасном сечении опоры от действия горизонтальных сил, в $кг \cdot см$; W—момент сопротивления изгибу в опасном сечении опоры в $см^3$
Момент сопротивления изгибу в опасном сечении опоры	$W = 0{,}1D_0^3$	$см^3$	D_0 —диаметр опоры в опасном сечении в $см$
Изгибающий момент в опасном сечении опоры (точка O) от действия горизонтальных сил (фиг. 136 и 137)	$M = P_1 H_C + P_2 \frac{H_0}{2}$	$кг \cdot см$	P_1 —результирующая сила давления ветра на провода в $кг$; P_2 —то же на поверхности опоры; H_C —расстояние от точки приложения силы P_1 (точка C) до опасного сечения опоры (точка O) в $см$; H_0 —высота надземной части опоры в $см$
Сила давления ветра на одиночный провод	1) гололёд отсутствует: $P = 0{,}06v^2 dl10^{-3}$ 2) провод покрыт слоем гололёда: $P = 0{,}06v^2 (d + 2b)l10^{-3}$	$кг$ $кг$	v—скорость ветра в $\frac{м}{сек}$; d—диаметр провода в $мм$; l—длина пролёта в $м$; b—толщина стенки гололёда в $мм$
Сила давления ветра на провода, подвешенные на траверсе	1) гололёд отсутствует: $P = 0{,}06v^2(n_1 d_1 + n_2 d_2)l \times 10^{-3}$ 2) провода покрыты слоем гололёда: $P = 0{,}06v^2[n_1(d_1 + 2b) + n_2 \times (d_2 + 2b)]Kl10^{-3}$	$кг$ $кг$	n_1 —число проводов на траверсе, имеющих диаметр d_1 $мм$; n_2 —то же имеющих диаметр d_2 $мм$; K—коэфициент, учитывающий защитный эффект проводов, расположенных в одной плоскости; $K = 0{,}7$ — учитывается только для гололёдных районов при скорости ветра более 15 $\frac{м}{сек}$
Сила давления ветра на поверхность опоры	$P_2 = 0{,}06v^2\left(\frac{D_b + D_0}{2}\right)H_0 \cdot 10^{-4}$	$кг$	D_b —диаметр опоры в вершине в $см$; D_0 —то же в опасном сечении в $см$
Результирующая сила давления ветра на все провода (фиг. 136 и 137)	$P_1 = P_1' + P_1'' + P_1''' + \ldots$	$кг$	
Расстояние от точки приложения результирующей силы давления ветра на провода до опасного сечения опоры (фиг. 136 и 137)	$H_C = \frac{P_1' H_1' + P_1'' H_1'' + \ldots}{P_1}$	$кг$	P_1', P_1'', P_1''', ...— силы давления ветра на одиночные провода (фиг. 136) или сумма сил давления ветра на провода, расположенные в одной плоскости (на одной траверсе —фиг. 137) в $кг$; H_1', H_1'', H_1''', ...— расстояния от точек приложения горизонтальных сил до опасного сечения опоры в $см$
Глубина закопки опоры	а) в мягком грунте: $h_M = \sqrt{\frac{6 \cdot 1{,}05M}{0{,}7 \cdot D_0 \cdot \sigma_{гр}}}$ б) в твёрдом грунте: $h_m = h_M - 15$ $см$; в) в каменистом грунте: $h_к = h_M - 45$ $см$	$см$ $см$ $см$	h_M —глубина закопки опоры в мягком грунте в $см$; M—изгибающий момент опоры у поверхности земли в $кг \cdot см$; D_0 —диаметр опоры у поверхности земли в $см$; $\sigma_{гр}$—допускаемое напряжение грунта на сжатие, обычно принимаемое равным 2,5 $\frac{кг}{см^2}$



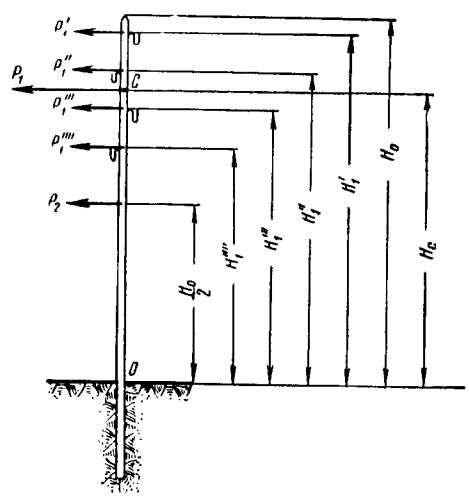
Фиг. 133. Размеры опор на линиях связи с крюками



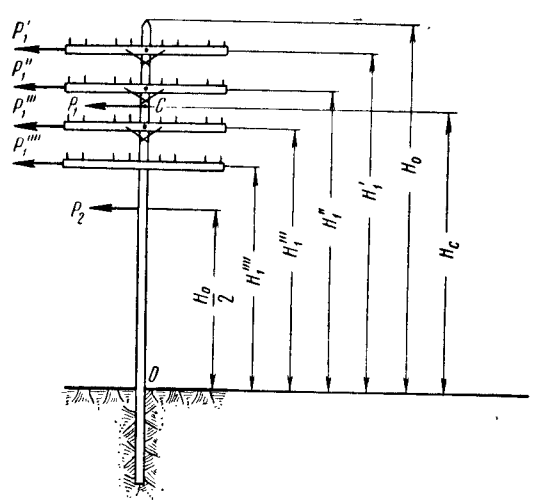
Фиг. 134. Размеры опор на линиях связи с траверсами



Фиг. 135. Размеры опор на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки



Фиг. 136. Схема действия сил на опору с крюками



Фиг. 137. Схема действия сил на опору с траверсами

В качестве основного лесоматериала для опор применяют сосну второго сорта с пределом прочности при изгибе:

$$\sigma_{пр} = 385 \div 400 \frac{кг}{см^2}.$$

Допускаемое сопротивление при изгибе для сосны, по существующим правилам, составляет:

$$\sigma_{доп \cdot изг} = 140 \ кг/см.$$

При таком соотношении между величинами предела прочности и допускаемого напряжения при работе на изгиб запас прочности опоры в опасном сечении будет равен:

$$K = \frac{\sigma_{пр}}{\sigma_{доп \cdot изг}} = \frac{400}{140} \approx 2{,}85.$$

В случае применения других пород дерева, имеющих иные величины предела прочности, при расчётах в соответствии с табл. 111 вводят поправочные коэфициенты.

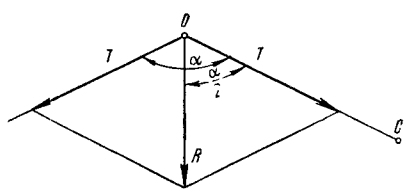
Таблица 111

Поправочные коэфицненты

Порода дерева	Величина поправочного коэфициента по отношению к сосновой древесине
Лиственница	1,2
Ель	0,9
Пихта	0,8
Дуб	1,3

Расчёт угловых опор с оттяжками

При расчёте угловых опор учитывают нагрузку, создаваемую тяжением проводов при наиболее неблагоприятных метеорологических условиях, наблюдаемых в данном районе (гололёд с ветром); давлением ветра на опору, а также весом арматуры и весом опоры обычно пренебрегают.



Фиг. 138. Диаграмма сложения сил, действующих на угловую опору

Каждый провод будет оказывать на опору воздействие с силой R — равнодействующей от тяжения в двух смежных с угловой опорой пролётах (фиг. 138):

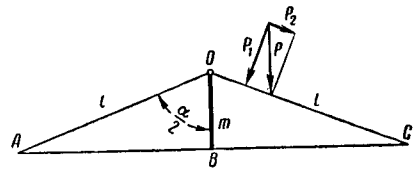
$$R_1 = 2T \cos \frac{\alpha}{2}.$$

Зная величину вылета m (фиг. 139) и учитывая, что

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{m}{l},$$

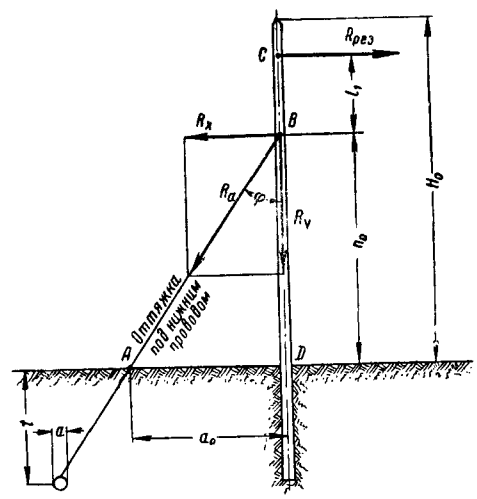
равнодействующую R можно определять из формулы:

$$R = 2T \frac{m}{l}.$$



Фиг. 139. Схема, поясняющая вылет угла

При вычислении величины $T = \sigma q$ через посредство удельной нагрузки γ_7 считают, что ветер направлен по биссектрисе OB (фиг. 139) и поэтому давление ветра на провод будет несколько уменьшено ($P_1 < P$ — фиг. 139);



Фиг. 140. Схема распределения сил, действующих на угловую опору с оттяжкой

Случай 1-й: оттяжка расположена под нижним проводом

учитывается это введением в расчёт уменьшенной удельной нагрузки:

$$\gamma_1' = \gamma_1 \sin \frac{\alpha}{2}.$$

Таким образом,

$$\gamma_7 = \sqrt{\gamma_3^2 + \gamma_1'^2}.$$

Все подвешенные провода будут оказывать на угловую опору, укреплённую оттяжкой под нижним проводом (фиг. 140), давление $R_{рез}$, приложенное в точке C, на расстоянии l_1 от места закрепления оттяжки (оттяжка располагается с внешней стороны угла в плоскости, совпадающей с равнодействующей тяжения проводов).

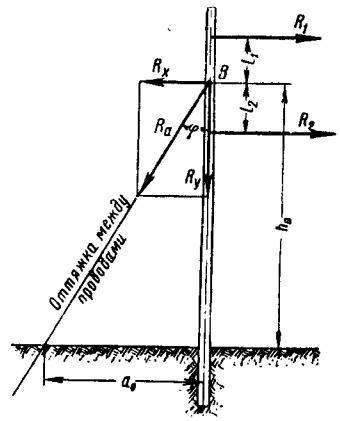
В результате расчётов определяют: требуемое число проволок в жгуте оттяжки и их диаметр, а также размеры лежня и глубину его закопки с таким условием, чтобы усилия, действующие в оттяжке, не могли вырвать лежень из земли. Кроме этого, вычисляют напряжение в опасном сечении опоры (в точке B).

Метод вычисления и формулы, приведённые в табл. 112 для определения веса выпираемого лежнем грунта, не могут быть применены для илистых и торфяных грунтов, так как в этих случаях требуется дополнительное укрепление опор.

При значительных горизонтальных нагрузках на угловые опоры (что обычно имеет место при больших вылетах углов) оказывается целесообразным закреплять оттяжку не под нижним проводом, а в точке приложения результирующей силы, т. е. между проводами; это позволяет уменьшить сечение оттяжки и снизить изгибающее напряжение в опасном сечении опоры.

В этом случае тяжения проводов, расположенных над оттяжкой, заменяют равнодействующей силой R_1, а тяжения проводов, расположенных под оттяжкой, — равнодействующей R_2 (фиг. 141).

Опора, укреплённая оттяжкой, испытывает изгибающие усилия, при этом максимальное напряжение на изгиб тело опоры будет иметь в точке крепления оттяжки (точка B).



Фиг. 141. Схема распределения сил, действующих на угловую опору с оттяжкой
Случай 2-й: оттяжка расположена между проводами

Таблица 112

Формулы для расчёта угловых опор с оттяжками

Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Равнодействующая тяжения проводов на угловой опоре	$R_{рез}=\frac{2m}{l}\sum_{1}^{n}\sigma q$	*кг*	m—вылет угла в *м*; l—длина пролёта, смежного с угловой опорой, в *м*; σ—напряжение растяжения в отдельном проводе в *кг/см²*; q—площадь поперечного сечения отдельного провода в *мм²*; n—число проводов
Усилие в оттяжке при её закреплении под нижним проводом или нижней траверсой (фиг. 140)	$R_a=R_{рез}\left(1+\frac{3}{2}\frac{l_1}{h_0}\right)\times$ $\times\sqrt{1+\left(\frac{h_0}{a_0}\right)^2}$	*кг*	l_1 —расстояние между точкой приложения силы $R_{рез}$ и точкой закрепления оттяжки в *м*; h_0 —расстояние от точки закрепления оттяжки до уровня земли в *м*; a_0 —расстояние между опорой и точкой входа оттяжки в землю в *м*
Усилие в оттяжке при её закреплении между проводами (фиг. 141)	$R_a=R_x\sqrt{1+\left(\frac{h_0}{a_0}\right)^2}$, где $R_x=R_1\left(1+\frac{3}{2}\frac{l_1}{h_0}\right)+$ $+R_2\left(1-\frac{3}{2}\frac{l_2}{h_0}\right)$	*кг*	R_x —реакция опоры в точке крепления оттяжки в *кг*; R_1 —равнодействующая сил тяжения проводов, расположенных выше оттяжки, в *кг*; R_2 —равнодействующая сил тяжения проводов, расположенных ниже оттяжки, в *кг*; l_1 —расстояние от точки приложения силы R_1 до места закрепления оттяжки в *м*; l_2 —расстояние от точки приложения силы R_2 до места закрепления оттяжки в *м*

Продолжение табл. 112

Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Необходимое число проволок в оттяжке	$N = \frac{4R_a}{\pi d^2 \sigma_x}$	шт.	R_a — усилие в оттяжке в *кг*; d — диаметр отдельных проволок оттяжки в *мм*; σ_x — допускаемое напряжение растяжения проволоки; при расчётах принимают $\sigma_x = 23 \frac{кг}{мм^2}$
Вес грунта, выпираемого лежнем оттяжки (фиг. 140)	$G = \gamma_г t\,[ab + (a+b)\,0{,}6t + 0{,}5t^2]$	*кг*	$\gamma_г$ — средний вес грунта, принимаемый при расчётах: $1\,600 \frac{кг}{м^3}$; t — глубина закопки лежня в *м*; a — диаметр лежня в *м*; b — длина лежня в *м*
Запас устойчивости лежня в грунте	$K = \frac{G}{R_a}$		K — запас устойчивости лежня; при расчётах принимают $K > 1{,}5$
Изгибающий момент в опасном сечении опоры (точка B) при закреплении оттяжки под нижним проводом (фиг. 140)	$M = R_{рез}\, l_1$	*кг · см*	$R_{рез}$ — равнодействующая тяжения проводов на угловой опоре в *кг*; l_1 — расстояние между точкой приложения силы $R_{рез}$ и точкой закрепления оттяжки в *см*
Вертикальная сила R_y, сжимающая опору при закреплении оттяжки под нижним проводом (фиг. 140)	$R_y = R_a \cos\varphi$	*кг*	R_a — растягивающее усилие в оттяжке в *кг*; φ — угол, образованный направлением оттяжки и вертикальной плоскостью
Изгибающий момент в опасном сечении опоры (точка B) при закреплении оттяжки между проводами (фиг. 141)	$M = R_1 l_1 + R_2 l_2$	*кг · см*	R_1, R_2, l_1 и l_2 — те же величины, что и принимаемые при вычислении R_a
Вертикальная сила R_y, сжимающая опору при закреплении оттяжки между проводами (фиг. 141)	$R_y = R_a \cos\varphi$	*кг*	R_a — растягивающее усилие в оттяжке в *кг*

Продолжение таблицы 112

Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Напряжение изгиба в опасном сечении опоры (точка B)	$\sigma = \frac{M}{W_B} + \frac{R_y}{F_B \psi}$	*кг·см*	M—изгибающий момент в *кг·см*; W_B—момент сопротивления изгибу в опасном сечении опоры (точка B) в *см*³; $W_B = 0{,}1 D_B^3$, где D_B—диаметр опоры в точке B в *см*; R_y—вертикальная сила в *кг*; F_B—площадь поперечного сечения опоры в точке B в *см*²; ψ—коэфициент уменьшения допускаемого напряжения на сжатие при учёте продольного изгиба, вычисляемый с достаточной для практики точностью по формуле $\psi = 1 - 0{,}056 \frac{l_1}{D_B}$

Для опор с оттяжками расчёт производится с учётом одновремеиного воздействия вертикальной силы R_y, сжимающей опору.

Если вычисленное напряжение на изгиб σ в опасном сечении опоры превосходит допускаемое, то в зависимости от конкретных условий можно рекомендовать: увеличение диаметра опоры, уменьшение длии смежиых с угловой опорой пролётов, перемещение вверх оттяжки или укрепление столба одновременно и оттяжкой и подпорой.

Расчёт угловых опор с подпорами

Подпору к угловой опоре располагают с внутренней стороны угла, в плоскости, совпадающей с равнодействующей силы тяжения проводов (фиг. 142). Диаметр подпоры обычно берут не менее 4,5 диаметра опоры, а её длину — с таким расчётом, чтобы основание подпоры (a_0) было не менее 0,6 её высоты (h_0). Расчёт угловых опор с подпорами ведётся по формулам табл. 113.

Таблица 113

Формулы для механического расчёта угловых опор с подпорами

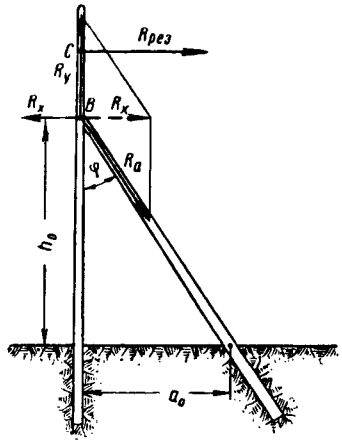
Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Напряжение сжатия подпоры с учётом продольного изгиба (фиг. 142)	$\sigma_{сж} = \frac{R_a}{F_{ср}\psi}$	*кг/см*²	$\sigma_{сж}$—напряжение сжатия для сосны не должно превосходить 120 *кг/см*² (допускаемое напряжение); R_a—усилие в *кг*, действующее вдоль подпоры, подсчитывается по формулам, приведённым в табл. 112; $F_{ср}$—площадь поперечного сечения подпоры в *см*² на расстоянии $\frac{l_0}{2}$ от верхней части подпоры (точка B), где $l_0 = \sqrt{h_0^2 + a_0^2}$; ψ—коэфициент уменьшения допускаемого напряжения на сжатие при учёте продольного изгиба, вычисляется с достаточной для практики точностью по формуле $\psi = 1 - 0{,}028 \frac{l_0}{D_{ср}}$; где $D_{ср}$—диаметр подпоры на расстоянии $\frac{l_0}{2}$ от точки B
Напряжение сжатия грунта под комлем подпоры	$\sigma_{гр} = \frac{R_a}{F_к}$	*кг/см*²	$\sigma_{гр}$—напряжение сжатия грунта не должно превосходить 2,5 *кг/см*²; $F_к$—площадь поперечного сечения подпоры в её основании (в комле) в *см*²

Продолжение таблицы 113

Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Напряжение изгиба в опасном сечении опоры (точка B)	$\sigma = \frac{M}{W_B} - \frac{R_y}{F_B}$	*кг/см²*	M—изгибающий момент в *кг·см* в опасном сечении опоры (в точке B); вычисляется по формулам, приведённым в табл. 112; W_B—момент сопротивления изгибу в опасном сечении опоры (точка B) в *см³*: $W_B = 0{,}1D_B^3$, где D_B—диаметр опоры в точке B в *см*; R_y—вертикальная сила в *кг*, вычисляемая по формулам, приведённым в табл. 112; F_B—площадь поперечного сечения опоры в точке B в *см²*

Верхняя часть угловой опоры при её укреплении подпорой подвергается поперечному изгибу, подпора же будет под воздействием силы R_a работать на сжатие с продольным изгибом.

Различие в работе опоры с подпорой по сравнению с работой опоры с оттяжкой состоит в том, что вертикальная составляющая R_y здесь направлена не вниз, а вверх и по-



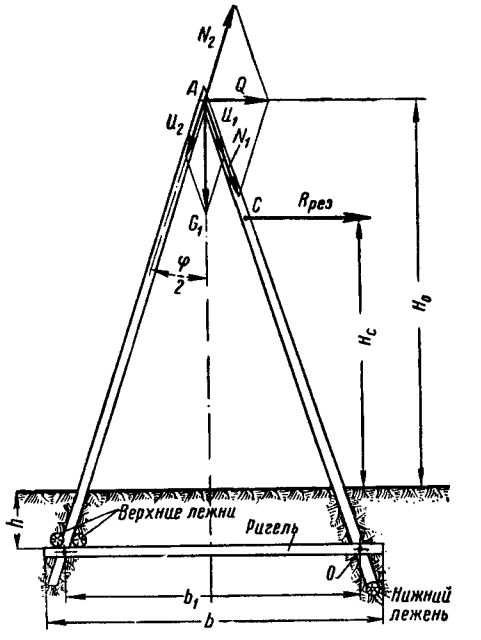
Фиг. 142. Схема распределения сил, действующих на опору с подпорой

этому она будет несколько разгружать опору, уменьшая тем самым напряжение изгиба в опасном сечении (формула для расчёта σ дана в табл. 113).

В случае, если напряжение сжатия грунта под комлем подпоры (вычисленное по формуле для расчёта $\sigma_{гр}$ табл. 113) превысит допускаемую величину, то это укажет на необходимость подложить под комель подпоры лежень соответствующих размеров.

Расчёт А-образных угловых опор

Как и любая опора, установленная в точке поворота линии, А-образная опора (фиг. 143) должна противостоять воздействию от тяже-



Фиг. 143. Схема распределения сил, действующих на А-образную опору

ния проводов при наиболее неблагоприятных метеорологических условиях (гололёд с ветром).

При расчёте (табл. 114) оказывается удобным перенести равнодействующую горизонтальных сил $R_{рез}$ в вершину опоры, что легко произвести, используя уравнение моментов

Формулы для расчёта А-образных угловых опор

Таблица 114

Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Равнодействующая тяжения проводов, перенесённая в вершину А-образной опоры (сила Q, фиг. 143)	$Q = R_{рез}\frac{H_c}{H_0}$	*кг*	$R_{рез}$ — равнодействующая тяжения проводов в *кг*, подсчитывается по формуле табл. 112; H_c — расстояние от точки приложения равнодействующей до поверхности земли в *м*; H_0 — высота надземной части А-образной опоры в *м*
Составляющие горизонтальной силы Q, направленные вдоль ног А-образной опоры	$N_1 = N_2 = \frac{Q}{2\sin\frac{\varphi}{2}}$	*кг*	$\frac{\varphi}{2}$ — угол между вертикальной плоскостью и любой из ног А-образной опоры
Составляющие вертикальной силы G_1, направленные вдоль ног А-образной опоры	$U_1 = U_2 = \frac{G_1}{2\cos\frac{\varphi}{2}}$	*кг*	G_1 — равнодействующая вертикальных сил в *кг*, создаваемая весом проводов с гололёдом, весом арматуры и тела самой опоры
Сила сжатия наиболее нагруженной (правой) ноги А-образной опоры	$E_{сж} = N_1 + U_1$	*кг*	
Напряжение сжатия наиболее нагруженной ноги	$\sigma_{сж} = \frac{E_{сж}}{F_{ср}\,\psi}$	*кг/см²*	$F_{ср}$ — площадь поперечного сечения ноги А-образной опоры на середине её надземной части в *см²*; ψ — коэфициент уменьшения допускаемого напряжения на сжатие, вычисляется по формуле $\psi = 1 - 0{,}028\frac{l_0}{D_{ср}}$, где l_0 — длина надземной части ноги: $l_0 = \frac{H_0}{\cos\frac{\varphi}{2}}$ *см*; $D_{ср}$ — диаметр ноги на середине её надземной части
Напряжение сжатия грунта под комлем наиболее нагруженной (правой) ноги	$\sigma_{гр} = \frac{E_{сж}}{F_к}$	*кг/см²*	$\sigma_{гр}$ — не должно превосходить 2,5 *кг/см²*; $F_к$ — площадь поперечного сечения ноги в её основании (в комле) в *см²*
Опрокидывающий момент, создаваемый силой Q и стремящийся повернуть опору вокруг точки O (фиг. 143)	$M_0 = Q\,(H_0 + h)$	*кг·см*	
Суммарный момент сопротивления опрокидыванию опоры	$M_c = M_1 + M_2$	*кг·см*	
Момент сопротивления M_1, создаваемый вертикальной силой G_1 относительно точки O	$M_1 = G_1\frac{b_1}{2}$	*кг·см*	G_1 — равнодействующая вертикальных сил (см. выше); b_1 — расстояние между осями болтов, скрепляющих ригели с ногами опоры, в *см*

Продолжение табл. 114

Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяемой величины	Значение величин, входящих в расчётную формулу
Момент сопротивления M_2, создаваемый весом земли, нагруженной на подземные ригели	$M_2 = G\frac{b}{2}$	*кг·см*	G — вес земли в *кг* вычисляется, как указано ниже, в данной таблице; b — длина ригелей в *см*
Вес земли, поднимаемой подземными ригелями с учётом угла естественного откоса земли в 30° (фиг. 144)	$G=\gamma_{гр}\,h[ab+(a+b)0{,}6h+0{,}5h^2]$	*кг*	$\gamma_{гр}$ — средний вес грунта 1 600 *кг/м*³; h — глубина закопки ригелей в *м*; a — расстояние между внешними краями ригелей в *м*; b — длина ригелей в *м*
Запас устойчивости опоры против опрокидывания	$K=\frac{M_c}{M_0}$		K — коэфициент, представляющий запас устойчивости; при расчётах обычно принимают $K\geqslant 1{,}5$

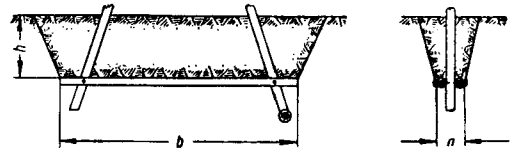
Расчёт А-образных угловых опор должен определить:

1) напряжение сжатия наиболее нагруженной ноги опоры, расположенной на внутренней стороне угла (фиг. 143), с учётом одновременного продольного изгиба;

2) напряжение сжатия грунта под комлем наиболее нагруженной ноги;

3) способность опоры воспрепятствовать повороту опоры вокруг точки O и опрокидыванию (выдёргиванию из земли).

В том случае, если в результате расчётов окажется, что напряжение сжатия грунта превосходит допускаемую величину ($2{,}5\ \frac{кг}{см^2}$), то это указывает на необходимость подложить под ногу лежень, увеличивающий площадь грунта, на которую распространяется воздействие сжимающей силы.



Фиг. 144. Диаграмма, поясняющая выпирание грунта ригелями А-образной опоры

При недостаточном запасе устойчивости опоры к опрокидыванию может быть рекомендовано наложение на ригели одного-двух

Таблица 115

Формулы для расчёта проволочных хомутов к опорам в искусственных основаниях

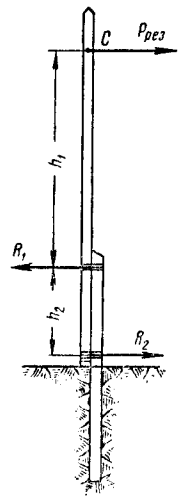
Наименование формулы	Расчётная формула	Размерность определяющей величины	Значения величин, входящих в расчётную формулу
Усилия, воспринимаемые хомутами (фиг. 145)	Для верхнего хомута $R_1=\frac{P_{рез}\,(h_1+h_2)}{h_2}$ Для нижнего хомута $R_2=P_{рез}\frac{h_1}{h_2}$	*кг* »	$P_{рез}$ — результирующая сила давления ветра на провода и поверхность опоры в *кг*; вычисляется по соответствующим формулам табл. 110; h_1 — расстояние от точки приложения результирующей силы $P_{рез}$ до верхнего хомута в *м*; h_2 — расстояние между верхним и нижним хомутами в *м*
Число витков проволоки в хомуте	$n=\frac{R_1}{2\,K\,q\,\sigma}$	шт.	K — опытный коэфициент, в расчётах принимают $K=0{,}75$; q — поперечное сечение проволоки в хомутах в *мм*²; σ — допускаемое напряжение в проволоке, в расчётах принимают $\sigma=20$ *кг/мм*²

поперечных (верхних) лежней, создающих дополнительное увеличение момента сопротивления грунта.

Расчёт проволочных хомутов к опорам в искусственных основаниях

Для расчёта механической прочности проволочных хомутов, при помощи которых столб скрепляется с искусственным основанием (фиг. 145), необходимо определить результирующую силу давления ветра на провода с гололёдом и на поверхность опоры (табл. 110). Затем по формулам табл. 115 определяют усилия, воспринимаемые хомутами, и необходимое число витков в хомуте. В качестве расчётного для определения числа витков обычно принимают верхний хомут.

При определении числа витков и сечения проволоки исходят из условия равномерной нагрузки всех витков.



Фиг. 145. Схема распределения сил, действующих на опору в искусственных основаниях

ШЛЕЙФЫ, ОТВЕТВЛЕНИЯ И ВВОДЫ ПРОВОДОВ

Устройство шлейфов и ответвлений

Шлейфы и ответвления проводов воздушных линий связи устраивают при вводе проводов в оконечные и промежуточные усилительные пункты, а также в местах ввода проводов в здания железнодорожных станций, разъездов, казарм службы пути и т. п.

При отсутствии уплотнённых цепей из цветного металла при вводе проводов допускается устройство шлейфов с подвеской на общих опорах проводов разных направлеиий. При иаличии стальных уплотнённых цепей их располагают на опорах шлейфа на крайних местах первой, третьей и пятой траверс.

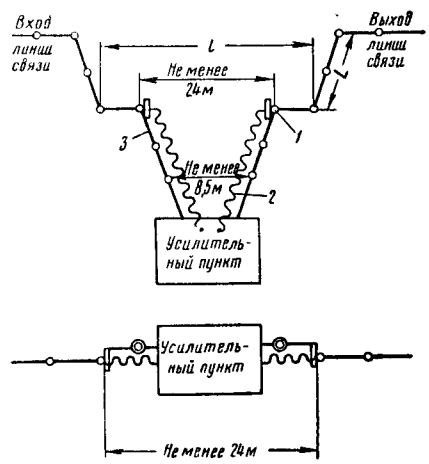
При наличии уплотнённых цепей из цветного металла для входа и выхода цепей различных направлений строят самостоятельные линии.

При уплотнении цепей из цветного металла до 65 *кгц* расстояние между опорами этих двух линий должно быть не менее 8,5 *м*; если цепи уплотняются до 150 *кгц*, то подход линий связи устраивается в соответствии с фиг. 146. В последнем случае воздушные линии оканчиваются кабельными опорами, расстояние между которыми должно быть не менее 24 *м*.

Ввод цепей, уплотнённых до 150 *кгц*, делается кабельным. Остальные провода с кабельной опоры также обязательно заводятся в усилительный пункт; при этом, если число проводов не превышает 24, ввод их делается воздушным или кабельным, а при числе проводов более 24 — только кабельным.

При иаличии параллельного пробега линий, подходящих к усилительному пункту, расстояние *l* между ними в зависимости от длиины *L* параллельного пробега не должно быть менее величин, указанных в табл. 116.

Если при устройстве шлейфа число проводов на нём не превышает 10, то разрезную опору, на которой происходит объединение проводов линий различных направлений, оборудуют в соответствии с фиг. 118 и укрепляют подпорой или оттяжкой.



Фиг. 146. Схема подходов воздушной линии связи к усилительным пунктам: *1*—оконечная кабельная опора; *2*—вводный кабель для цепей, уплотнённых 12-канальной аппаратурой в. ч.; *3*—воздушный ввод цепей н. ч. и цепей, уплотнённых 3-канальной аппаратурой в. ч.

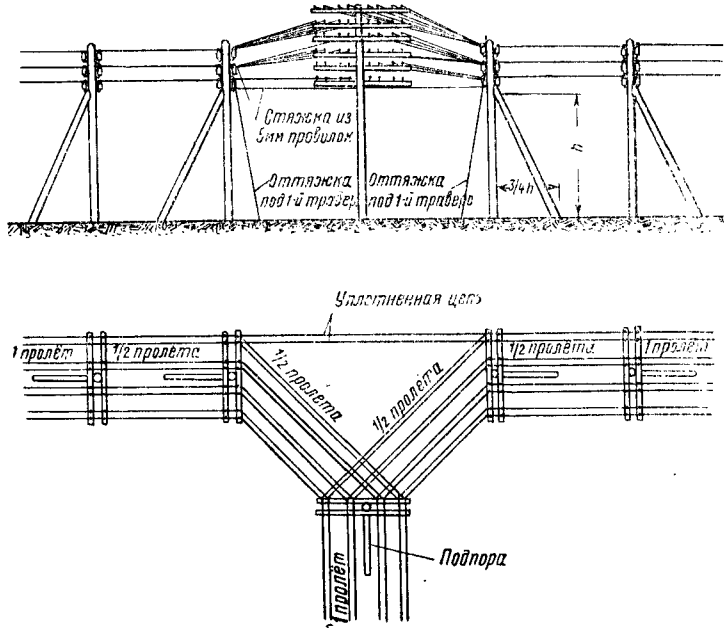
Таблица 116

Расстояние между линиями при параллельиом пробеге

L	в *км*	0,05	0,1	0,8	1,6	3,2	6,4	12,8	>12,8
l	в *м*	70	100	120	220	330	460	600	1 000

При большом числе проводов и при подвеске их на траверсах шлейфы оборудуют в соответствии с фиг. 147; в качестве разрезной опоры применяют также тройники (фиг. 116) или четверики (фиг. 117).

Устройство ответвлений поездных телеграфных, избирательных и других цепей в промежуточные пункты (станции, разъезды и т. п.) или ввод этих цепей шлейфом производится в соответствии с фиг. 148—151. На фиг. 148 изображено устройство шлейфа для двух цепей при расположении проводов на траверсах, а на фиг. 149—при расположении проводов на крюках. При устройстве шлейфа для одной цепи вместо восьмиштырных траверс устанавливают четырёхштырные траверсы. На фиг. 150 и 151 изображено устройство ответвлений двух цепей.



Фиг. 147. Схема устройства шлейфа

При устройстве шлейфов и ответвлений все дополнительные опоры, устанавливаемые у опор основной линии, с которых делается ответвление проводов, укрепляются подпорами или оттяжками.

Соединение проводов основной линии с ответвляющимися проводами производят в соответствии с фиг. 152.

Ввод уплотнённых до 150 *кгц* цепей от кабельной опоры в здание станции производится кабелями марки ТЗГ, ТЗБ, ТДСГ, ТДСБ, ТЗСГ и ТЗСБ.

При вводе цепей, уплотнённых в диапазоне частот до 150 *кгц* обычным кабелем, на кабельной опоре устанавливают запирающую катушку и автотрансформатор, как это показано на фиг. 153.

Если применён вводный кабель с искусственно повышенной индуктивностью цепей, то на кабельной опоре устанавливаются запирающая катушка и ящик с катушками индуктивности; последний монтируют на опоре вместо автотрансформатора, указанного на фиг. 153.

Кабель с повышенной индуктивностью прокладывают по опоре отдельно от обычного кабеля и защищают угловой сталью (фиг. 154).

Запирающие катушки включают в провода цепей, уплотнённых аппаратурой в полосе частот до 150 *кгц* при вводе их как в оконечные, так и в промежуточные станции.

Если неуплотнённые цепи и цепи, уплотнённые до 30 *кгц*, с кабельной опоры вводят в здание усилительного пункта воздушным вводом, то их также оборудуют запирающими катушками в соответствии с фиг. 155 (при расположении цепи на траверсах) и с фиг. 156 (при расположении цепи на крюках).

Если неуплотнённые цепи и цепи, уплотнённые до 30 *кгц*, с кабельной опоры вводят в здание усилительного пункта вводным кабелем, то оборудование проводов этих цепей запирающими катушками производят в соответствии с фиг. 153.

Запирающие катушки включают также в цепи и провода междугородных линий, имеющих сближение с линиями, несущими цепи, уплотнённые аппаратурой в полосе до 150 *кгц* при расстоянии между линиями порядка 15—20 *м*. Катушки устанавливают на одной из опор соседней линии, причём эта опора должна быть выбрана в створе между кабельными опорами линии (фиг. 146), несущей цепи, уплотнённые до 150 *кгц*.

При расположении цепей соседней линии на траверсах установку катушек производят по фиг. 155, а при расположении цепей на крюках — по фиг. 156.

При устройстве кабельного ввода неуплотнёиных цепей или цепей, уплотнённых в полосе до 65 *кгц*, кабельные опоры оборудуют в соответствии с фиг. 115.

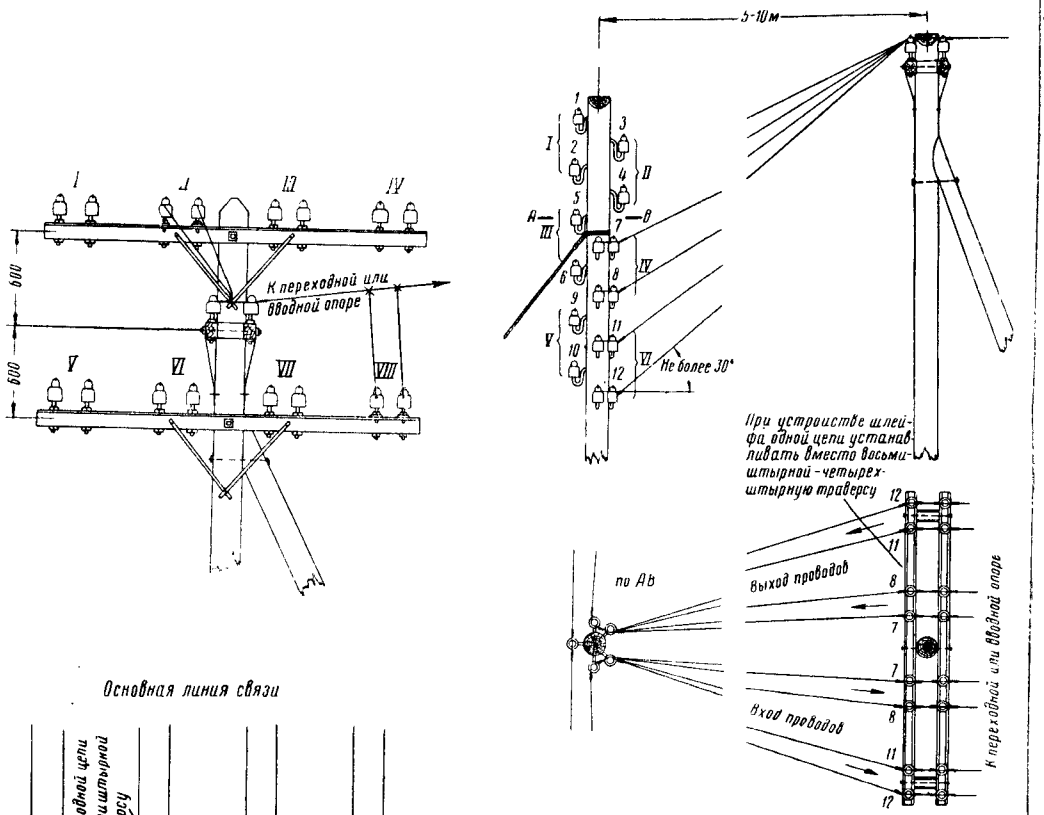
Кабельный ввод неуплотнённых цепей в здания станций производят в соответствии с указаниями, приведёнными ниже.

Вводы проводов в здания

При воздушном вводе проводов ввод их в здание осуществляют с вводной опоры, устанавливаемой на расстоянии от 2 *м* до 15 от здания.

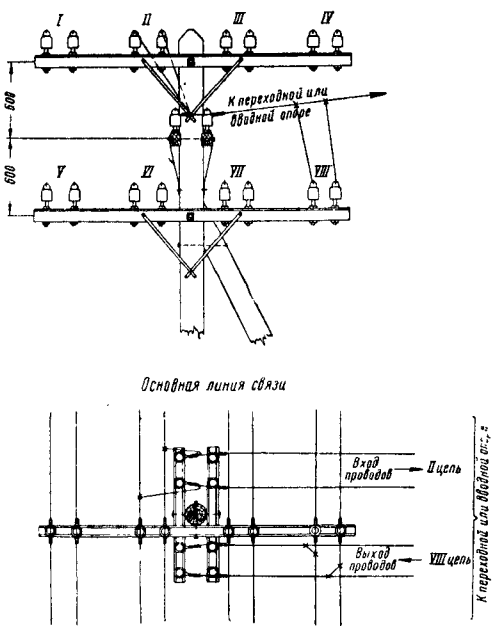
Для целей испытания проводов без участия станционной проводки провода на вводной опоре могут быть оборудованы контрольными сжимами.

В этом случае при подвеске проводов на крюках опоры оборудуют контрольными кронштейнами и на каждом кронштейне устанавливают контрольные сжимы; при подвеске проводов на траверсах вводную опору оборудуют трёхштырными накладками, а на каждом проводе также устанавливают контрольные сжимы (фиг. 157).

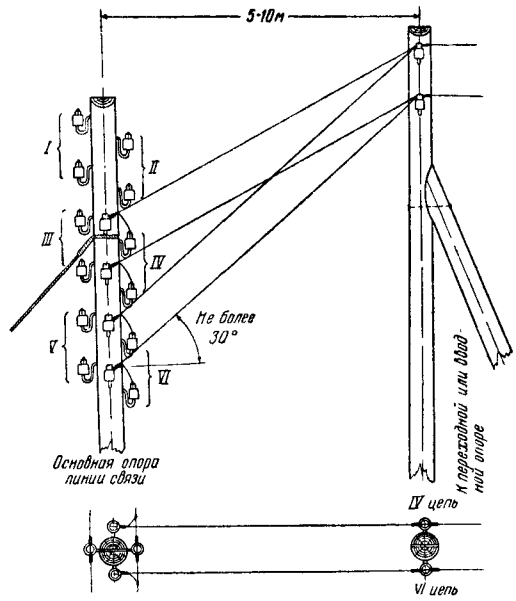


Фиг. 149. Устройство шлейфа двух цепей, расположенных на крюках

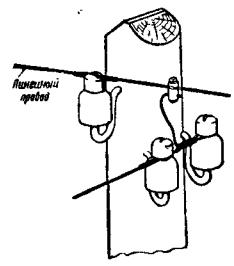
Фиг. 148. Устройство шлейфа двух цепей при подвеске проводов на траверсах



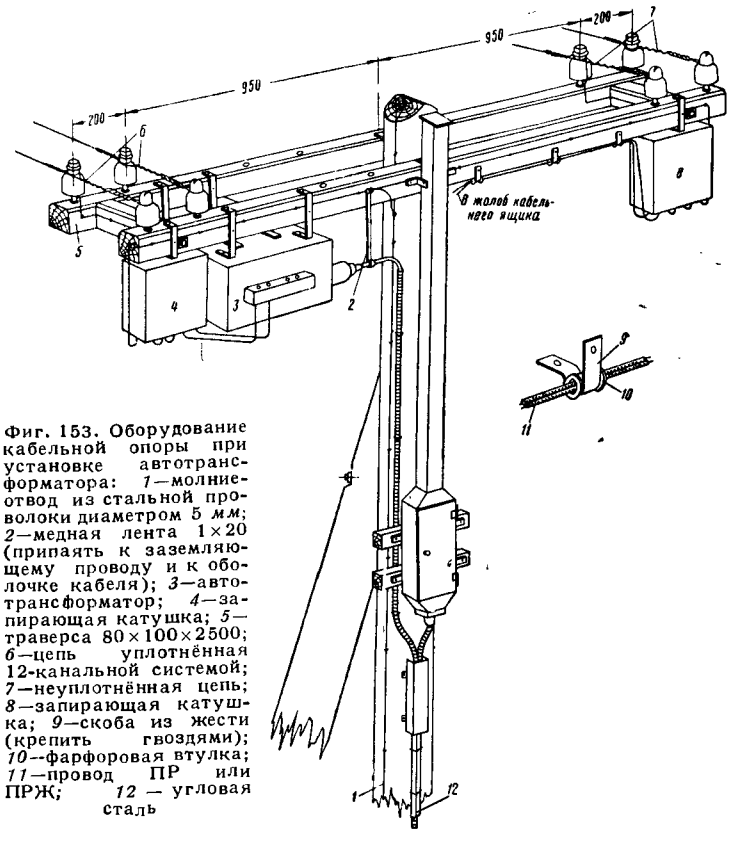
Фиг. 150. Устройство ответвления двух цепей, расположенных на траверсах



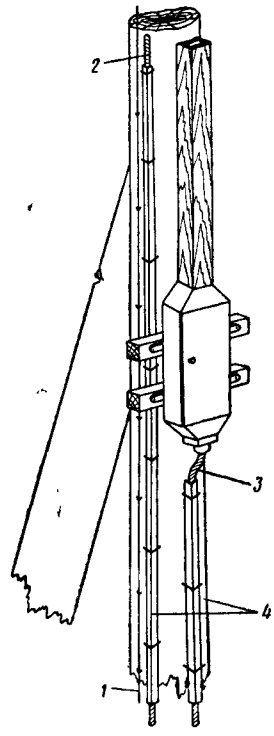
Фиг. 151. Устройство ответвления двух цепей, расположенных на крюках



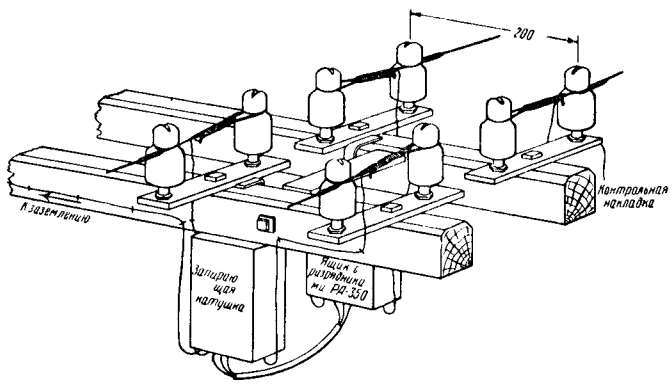
Фиг. 152. Присоединение провода при устройстве ответвления



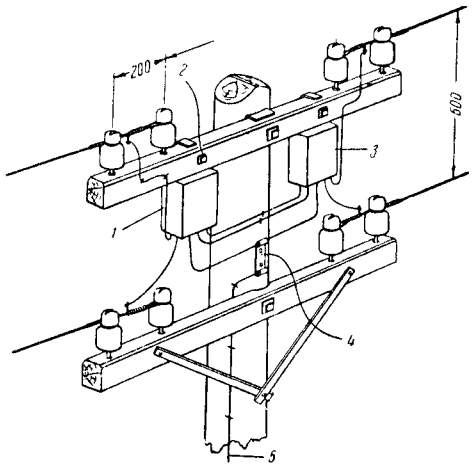
Фиг. 153. Оборудование кабельной опоры при установке автотрансформатора: *1*—молниеотвод из стальной проволоки диаметром 5 *мм*; *2*—медная лента 1×20 (припаять к заземляющему проводу и к оболочке кабеля); *3*—автотрансформатор; *4*—запирающая катушка; *5*—траверса 80×100×2500; *6*—цепь уплотнённая 12-канальной системой; *7*—неуплотнённая цепь; *8*—запирающая катушка; *9*—скоба из жести (крепить гвоздями); *10*—фарфоровая втулка; *11*—провод ПР или ПРЖ; *12* — угловая сталь



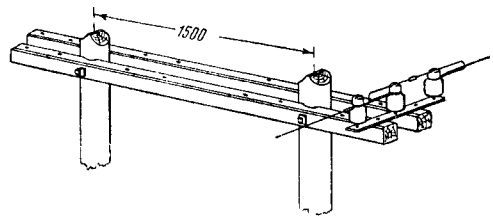
Фиг. 154. Расположение кабелей на опоре для случая применения кабеля с повышенной индуктивностью цепей; *1* — молниеотвод из стальной проволоки диаметром 5 *мм*; *2*—кабель с повышенной индуктивностью; *3*—обычный кабель; *4*—угловая сталь



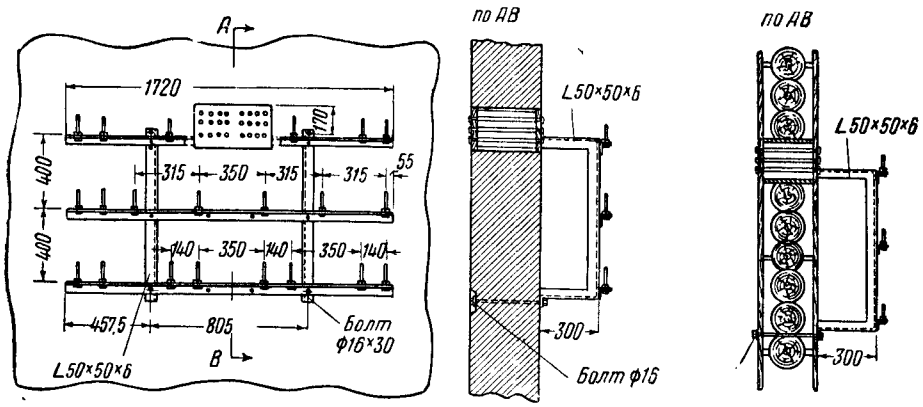
Фиг. 155. Установка защитных устройств на вводной кабельной опоре и на опоре Т/Т линии, проходящей параллельно линии, уплотнённо 12-канальной системой (цепь расположена на траверсах)



Фиг. 156. Установка защитных устройств на вводной кабельной опоре и на опоре Т/Т линии, проходящей параллельно линии, уплотнённой 12-канальной системой (цепь расположена на крюках): *1* — запирающая катушка; *2* — болт диаметром 10×100 *мм*; *3* — ящик с разрядниками РА-350; *4* — медная лента 20×150 *мм* (крепить к столбу винтами диаметром 5×35 *мм*); *5* — заземляющий провод (к ленте припаять)



Фиг. 157. Оборудование вводной опоры

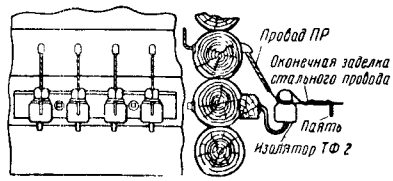


Фиг. 158. Вводный кронштейн

С вводных опор провода подают на вводные кронштейны (фиг. 158), устанавливаемые на стенах зданий.

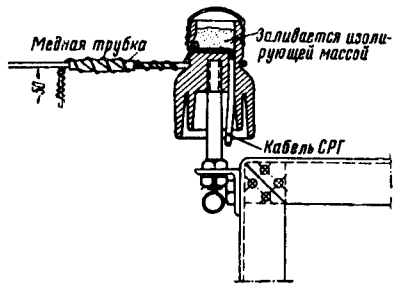
При оборудовании ввода цепей, уплотнённых до 65 *кгц*, вводные кронштейны (вход и выход) устанавливают так, чтобы расстояние между концами траверс было не менее 2 *м*.

Ввод небольшого числа проводов (не более 4) в деревянные здания осуществляют на крюках (фиг. 159).

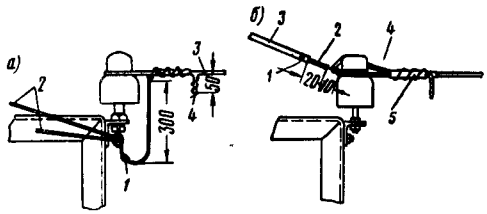


Фиг. 159. Устройство ввода при небольшом количестве проводов

На вводных кронштейнах устанавливают вводные изоляторы (фиг. 160), но допускается также установка изоляторов ТФ (фиг. 161).



Фиг. 160. Соединение кабеля СРГ с линейным проводом на вводном изоляторе

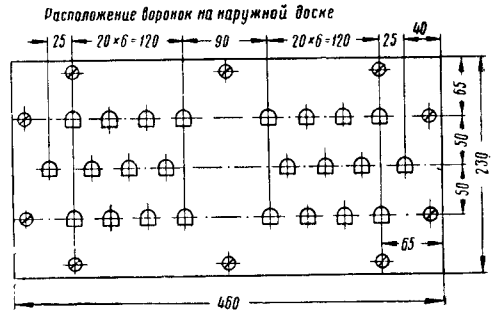


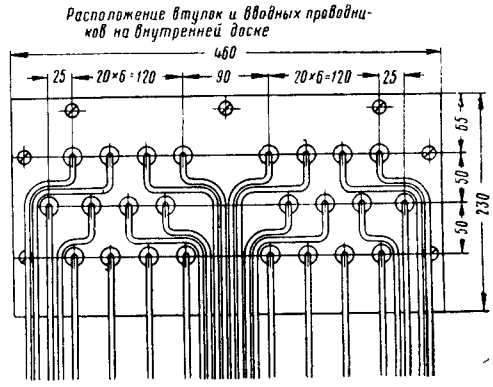
Фиг. 161. Соединение провода ПРГ или кабеля СРГ с линейным проводом на изоляторе ТФ: *а*—кабеля СРГ: *1*—кабель СРГ; *2*—концы кабеля, идущие к вводной коробке; *3*—соединение жилы кабеля с линейным проводом; *б*—провода ПРГ: *1*—провод ПРГ; *2* — участок провода со снятой оплёткой; *3* — конец провода, идущий к вводной коробке; *4*—оконечная заделка стального провода; *5*—соединение жилы провода с линейным проводом

Линейные провода на вводном изоляторе заделывают оконечной заделкой. Ввод уплотнённых цепей из цветного металла производят экранированным проводом или кабелем СРГ (фиг. 160 и 161, *а*), а ввод стальных цепей—проводом ПР, ПРГ или ПРЖ (фиг. 161, *б*).

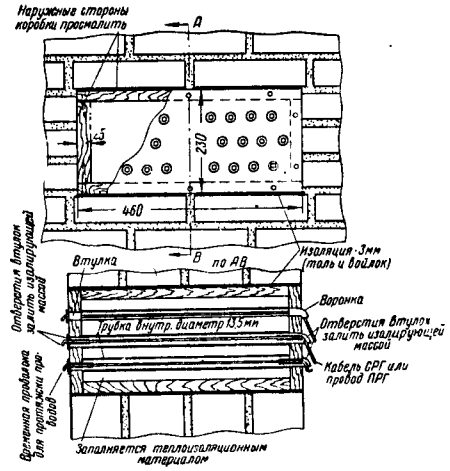
Ввод проводов ПР, ПРГ, экранированного провода или кабеля СРГ с кронштейна в задние станции производят через вводную коробку, изготовляемую из досок толщиной 25 *мм*. Размеры коробки, а также способ её крепления показаны на фиг. 162 и 163.

В стене помещения для коробки пробивают или прорезают сквозное отверстие.





Фиг. 162. Расположение втулок и воронок на вводной коробке



Фиг. 163. Крепление вводной коробки в каменной стене

Если стена каменная, то пробитое в стене отверстие штукатурят, просушивают, коробку обивают войлоком или толем и вмазывают в стену на алебастровом или известковом растворе.

В деревянной стене после установки коробки пазы заделывают паклей.

ВОЗДУШНЫЕ ПЕРЕХОДЫ ЛИНИЙ СВЯЗИ И СЦБ

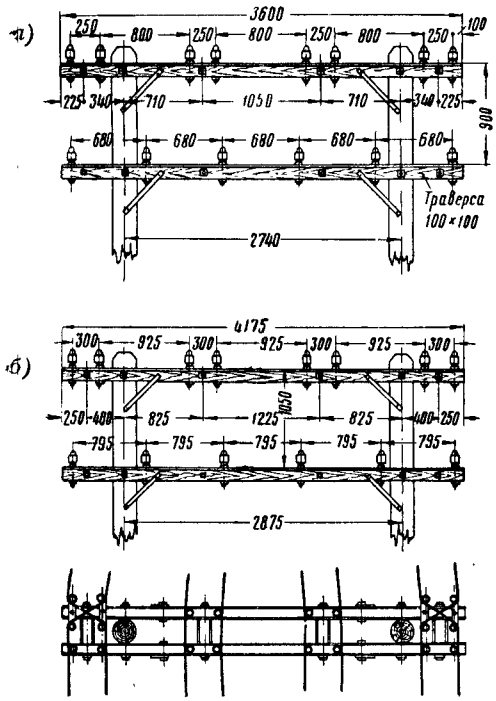
УСТРОЙСТВО УДЛИНЁННЫХ ПРОЛЁТОВ

При переходе воздушных линий связи или высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки через реки, овраги и другие естественные препятствия (которые нельзя пересечь нормальным пролётом) сооружают удлинённые пролёты.

Удлинённые пролёты на линиях связи

Удлинённым пролётом линии связи называют пролёт, превышающий по длине нормальный более чем на 50%. Длина удлинённого пролёта на линиях типов О и Н не должна превышать 150 *м*, а на линиях типов У и ОУ — 100 *м*. При более длинных пролётах применяют мачтовые переходы; при пересечении судоходных рек прокладывают подводные кабели или устраивают переходы по мостам.

При подвеске проводов на крюках в качестве переходных опор удлинённого пролёта применяют промежуточную опору, укреплённую подпорой, обращённой в сторону удлинённого пролёта.



Фиг. 164. Размеры траверс для удлинённого пролёта длиной: *а*—от 70 до 100 *м*; *б*—от 100 до 150 *м*

При подвеске проводов на траверсах в качестве опор удлинённых пролётов применяют полуанкерные опоры с двойными деревянными траверсами. Размеры траверс по длине пролёта от 70 до 100 *м* приведены на фиг. 164, *а*, а при длине пролёта от 100 до 150 *м* — на фиг. 164, *б*. Размеры столбов для переходных опор и подпор удлинённых пролётов приведены в табл. 117.

Таблица 117

Ориентировочные размеры столбов для опор и подпор удлинённых пролётов

Длина пролёта в *м*	Длина столба в *м* при числе подвешиваемых проводов					
	на крюках		на восьмиштырных траверсах			
	до 8	от 9 до 12	8	16	24	32
От 70 до 90	8,5	9,5	6,5	6,5	7,5	8,5
» 90 » 100	8,5	11	6,5	7,5	8,5	9,5
» 110 » 130	9,5	11	7,5	8,5	9,5	11
» 130 » 150	11	11	7,5	8,5	11	11

Примечание. При отсутствии столбов длиной 11 *м* допускается применять столбы, составленные из двух столбов, или устанавливать столбы в рельсовых основаниях.

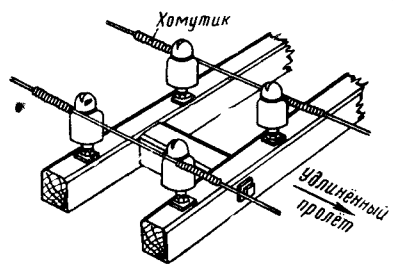
При длинах пролёта, не превышающих величин, приведённых в табл. 118, в удлинённом пролёте подвешивают линейные провода.

Таблица 118

Наибольшая длина пролёта

Тип линии	Диаметр провода в *мм*	Наибольшая длина пролёта в *м*, при которой допускается подвеска линейных проводов
О	4 и 5	150
Н	4	100
Н	5	150
У	4	60
У	5	85
ОУ	4	45
ОУ	5	65

Если длина пролёта превышает величины пролётов, указанные в табл. 118, то в удлинённом пролёте подвешивают вместо стальных проводов стальной канатик 1 × 7 — 4,2; вместо проводов из цветных металлов на линиях типов О, Н и У подвешивают провод ПАБО-10, а на линиях типа ОУ — ПАБО-25 или биметаллический канат соответствующего сечения.



Фиг. 165. Крепление провода на полуанкерной опоре удлинённого пролёта

Линейные провода на изоляторах переходных опор при подвеске на траверсах укрепляют хомутиками (фиг. 165), а при подвеске

проводов на крюках применяют двойное подвешивание проводов (фиг. 242).

Соединение каната с линейным проводом производят, как показано на фиг. 244.

Скрещивание проводов на переходных опорах линий типов О и Н производится на обычных накладках, а на линиях типов У и ОУ — на трёхштырных накладках типа, указанного на фиг. 21.

Стрелы провеса проводов и канатов в удлинённых пролётах выбирают по табл. 119.

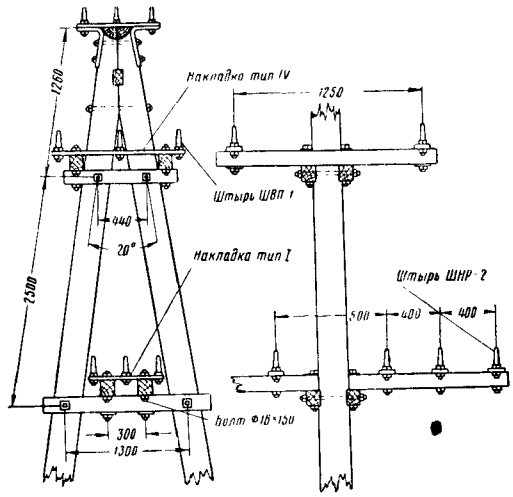
Таблица 119

Стрелы провеса проводов в удлинёниых пролётах

Температура в °С	Стрела провеса в *см* при длине пролёта в *м*								
	60	70	80	90	100	120	130	140	150
−40	24	32	42	53	65	93	109	126	145
−30	27	36	47	60	74	104	121	139	158
−20	31	42	54	68	83	116	133	153	174
−10	36	49	62	77	93	128	147	169	191
0	43	58	71	88	105	142	163	186	209
+10	51	69	82	100	119	158	180	203	228
+20	60	82	94	113	132	174	197	222	246
+30	70	95	107	126	146	190	213	238	264
+40	81	110	121	139	160	206	230	258	282

Удлинённые пролёты на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки. В качестве переходных опор удлинённых пролётов на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки применяют следующие типы опор:

1) А-образные (фиг. 166) для удлинённых пролётов: до 75 *м* на линиях типа Н и до 60 *м* на линиях типов У и ОУ;



Фиг. 166. А-образная опора для удлинённых пролётов

2) АП-образные (фиг. 167) для удлинённых пролётов: от 76 до 200 *м* на линиях типа Н и от 61 до 150 *м* на линиях типов У и ОУ.

На переходах, превышающих по своей длине указанные пределы (200 и 150 *м*), высоковольтные и сигнальные цепи заключают соответственно в кабели типов СБ и СОБ.

Таблица 120

Размеры АП-образных опор для устройства удлинённых пролётов

Тип линии	Место установки опоры	Длина пролётов в *м*	Диаметр столба в вершине в *см*	Опоры для установки в рельсовые основания (фиг. 131). Размеры в грунтах в *см*												Опоры для установки в грунт (фиг. 167)				Размеры общие для опор в грунте и в рельсовых основаниях в *см*			
				мягком				твёрдом				каменистом и скалистом				*l* — длина стойка в *м*	*h* — глубина закопки столба в грунтах в *см*			*H* — длина стойка в *м*	размер *к* в *см*	*q*	*S*	*c*	*p*
				h	*a*	*b*	*к*	*h*	*a*	*b*	*к*	*h*	*a*	*b*	*к*		мягком	твёрдом	каменистом и скалистом						
У и ОУ	На переездах и станциях	61—75	16	195	350	120	230	180	325	100	265	150	325	130	265	8,5	180	165	135	10,5	270	200	40	170	250
		76—100	17	200	375	130	295	185	350	120	290	155	325	125	280	9	185	170	140	11	280	200	40	170	300
		101—125	18	220	400	135	325	205	375	125	320	175	350	130	315	10	205	190	160	12,5	320	200	50	200	300
		126—150	20	230	400	130	330	215	375	125	375	185	350	125	365	12	—	—	—	—	—	250	50	200	300
Н		76—100	16	180	325	110	245	165	325	120	246	135	275	100	285	7,5	165	150	120	9,5	240	200	40	170	250
		101—125	17	205	375	125	295	190	350	125	290	160	325	125	280	9	190	175	145	11,5*	295	200	40	170	300
		126—150	18	195	350	120	280	180	325	110	265	150	325	130	265	8,5*	185	165	135	10,5*	270	200	50	200	300
		151—175	19	200	375	130	295	185	350	120	290	155	325	125	280	9	185	170	140	11	280	200	50	200	300
		176—200	20	210	375	130	320	195	350	120	315	165	325	125	310	10	195	180	150	12	310	200	50	200	300

* Уменьшение длины столбов объясняется уменьшной стрелой провеса с переходом на трос большого диаметра.

При установке АП-образной опоры в рельсовые основания нижнюю часть её устраивают в соответствии с фиг. 129.

Размеры и глубина закопки АП-образных опор приведены в табл. 120.

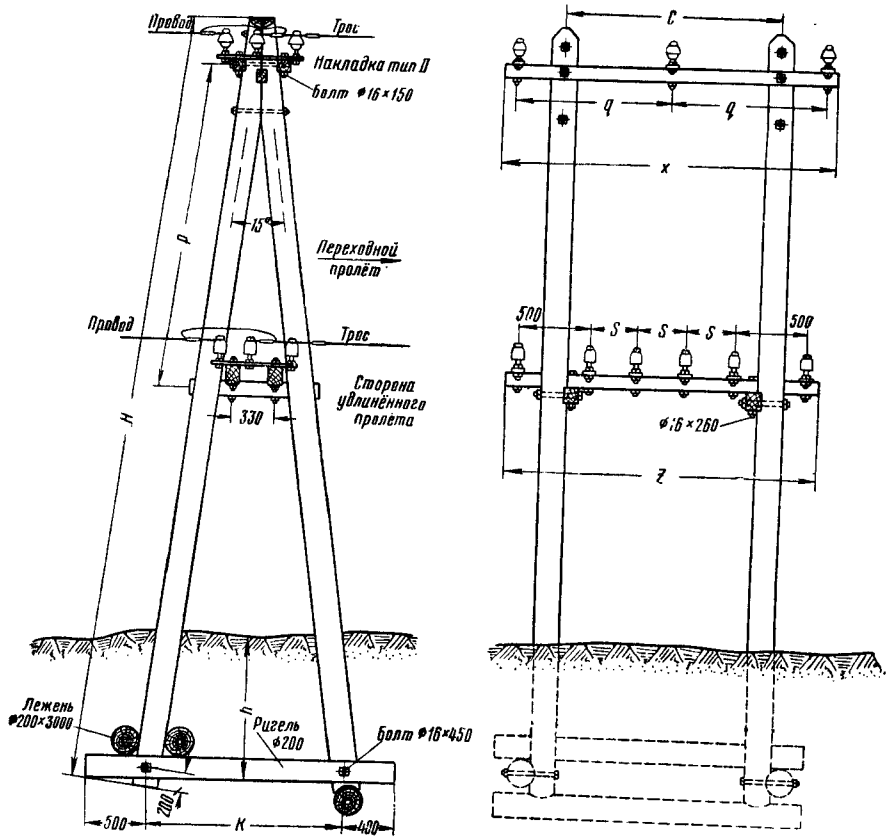
Для монтажа высоковольтных и сигнальных проводов на АП-образных опорах применяют трёхштырные накладки типа II, укрепляемые на двойных траверсах.

Специальные траверсы для оборудования АП-образных опор имеют стандартное сечение 80 × 100 *мм* и отличаются от нормальных своей длиной и разметкой отверстий; размеры этих траверс в зависимости от типа линии и длины пролёта пересечения приведены в табл. 121.

Соединение двух нижних проводов со стальным тросом осуществляют на трёхштырных накладках типа IV (фиг. 22).

Траверсы для подвески высоковольтных проводов крепят болтами непосредственно к опоре, а траверсы для сигнальных проводов укладывают на деревянные бруски.

При устройстве удлинённых пролётов на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки применяют стальные канаты (тросы),



Фиг. 167. АП-образная опора для удлинённых пролётов

Таблица 121

Размеры специальных траверс для оборудования АП-образных опор удлинённых пролётов (фиг. 167)

Тип линии	Длина пролётов в *м*	*C* — размер между осями столбов в *мм*	Размеры сигнальной траверсы в *мм*						Размеры высоковольтной траверсы в *мм*	
			четырёхштырной		шестиштырной		восьмиштырной			
			S	*Z*	*S*	*Z*	*S*	*Z*	*q*	*x*
Н	76—125	1 700	400	1 630	400	2 400	400	3 200	2 000	4 200
	126—200	2 000	500	1 930	500	2 700	500	3 700	2 000	4 200
У	61—100	1 700	400	1 630	400	2 400	400	3 200	2 000	4 200
ОУ	101—125	2 000	500	1 930	500	2 700	500	3 700	2 000	4 200
	126—150	2 000	500	1 930	500	2 700	500	3 700	2 500	5 200

тип которых выбирают в зависимости от длины l удлинённого пролёта и типа линии по табл. 122. Стрелу провеса канатов при их подвеске выбирают в зависимости от длины пролёта и температуры воздуха из табл. 123 для линий типа Н и из табл. 124 для линий типов У и ОУ.

Соединение линейных проводов с канатом на опоре удлинённого пролёта осуществляют в соответствии с фиг. 244.

Таблица 122

Выбор каната в зависимости от типа линии и длины пролёта

Тип каната	l — длина переходного пролёта в $м$	
	тип Н	тип У и ОУ
1×7—4,2	До 125	До 75
1×7—6,0	От 126 до 200	От 76 до 150

УСТРОЙСТВО ПЕРЕХОДОВ ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯХ ШОССЕЙНЫХ И ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ, ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ И ЛИНИЙ СВЯЗИ

Устройство переходов воздушных линий связи

Пересечения линий связи с контактными проводами электрических железных дорог, трамвайными и троллейбусными проводами. Угол пересечения линий связи с проводами

Таблица 123

Стрелы провеса в *см* стального каната для воздушных высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки типа Н в зависимости от температуры и длины пролёта

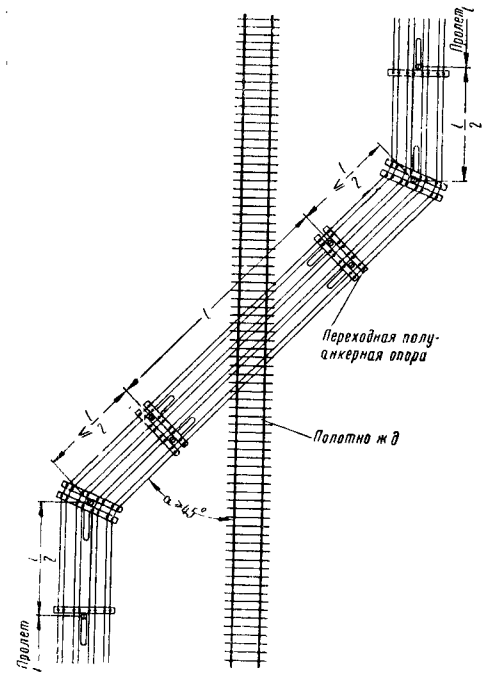
Температура в °С	Канат 1×7—4,2							Канат 1×7 — 6,0			
	Длина пролёта в $м$										
	50 и менее	60	75	90	100	110	125	126	150	175	200
+40	12	17	28	48	69	94	149	72,5	103	151,5	212
+30	11	16	26	44	63	86	137	67	96	141	199
+25	10,5	15,5	25	42	60	82	130	65	93	136,5	192
+20	10	15	24,5	40	57	78	125	62,5	90	132	186
+15	9,5	14,5	23,5	38	55	75	120	60,5	87	128	180
+10	9,5	14	23	36	52	71	114	58,5	84,5	124	174
+ 5	9	13,5	22,5	35	50	68	109	57	82	120	169
0	9	13	22	34	48	65	104	55	79,5	116,5	164
— 5	8,5	12,5	20,5	33	46	62	100	53,5	77	113	159
—10	8,5	12	20	32	44	60	96	52	75	109,5	154
—15	8	11,5	19	31	42	58	92	50,5	73	106	150
—20	8	11	18,5	30	41	55	88	49	71	103,5	145,5
—30	7,5	10,5	17,5	28	39	51	81	47	67	98	137
—40	7	10	17	26	36	48	74	44	63,5	93	130
—5 при ветре и гололёде	49	67	105	150	186	225	291	144	199	271	354

Таблица 124

Стрелы провеса в *см* стального каната для воздушных высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки типов У и ОУ в зависимости от температуры и длины пролёта

Температура в °С	Канат 1×7 — 4,2							Канат 1×7 — 6,0			
	Длина пролёта в $м$										
	40 и менее	50	60	70	75	76	90	100	110	125	150
+40	13,5	43	99	167	203	40	81	123	174	263	435
+30	12	37	92	160	196	36	72,5	111,5	163	252	424
+25	11	34	88	157	193	34	68,5	106,5	156	246	418
+20	10,5	31	84	154	190	32,5	65	102	151	239,5	412,5
+15	10,0	29	80	150	187	31	62	97,5	144	233,5	407
+10	9,5	27	76	147	184	30	58	93	138,5	227	401
+ 5	9	25	72	143	181	28,5	55,5	89	133	221	396
0	8,5	23	68	139	178	27	52,5	82,5	127	215	389,5
— 5	8	21	65	136	174	26	50	80	121,5	209	384,5
—10	8	20	61	132	171	25	48	76	116	202,5	379
—15	7,5	19	57	128	168	24	45,5	72	110	196	373
—20	7	17,5	53	125	164	23	43,5	67,5	105,5	189,5	366
—30	6,5	16	46	116	157	21,5	40	61	96	176,5	354
—40	6	14	40	108	149	20	36,5	56	87	163,5	341
—5 при ветре и гололёде	77,5	121	174	237	272	139	200	247	299	386	556

дорог, контактными троллейбусными и трамвайными проводами должен быть близок к 90° и в крайнем случае не менее 45°. Устройство переходных пролётов выполняется в соответствии с фиг. 168 и 169.



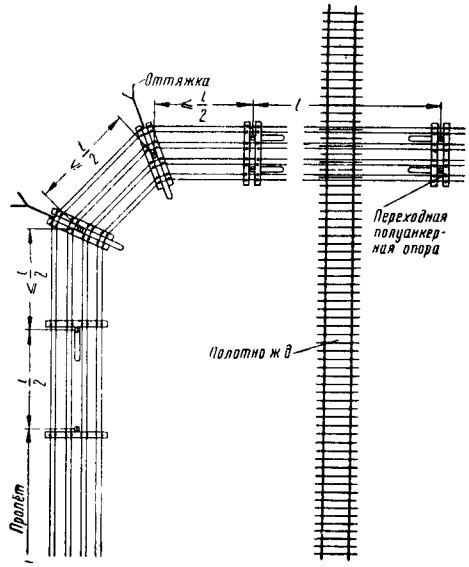
Фиг. 168. Схема перехода проводов связи через электрические железные дороги и контактные трамвайные и троллейбусные провода под углом $\alpha \geq 45°$

Воздушные переходы линий связи через полотно электрических железных дорог устраивают только между остановочными пунктами; переходы в пределах станции допускают в виде исключения.

В пересекающих пролётах подвешивают многопроволочные провода (канаты). Материал и диаметр подвешиваемых проводов выбирают по табл. 125.

Если при пересечении контактных проводов число проводов на линии связи типа О превышает 32, а на линиях типов Н, У и ОУ—24, то вместо воздушного перехода в месте пересечения устраивают кабельные вставки.

В пересекающем пролёте на линиях связи вместо подвески проводов, перечисленных в табл. 125, допускается подвеска изолированного провода с противостоящей атмосферным



Фиг. 169. Схема перехода проводов связи через электрические железные дороги и контактные провода трамвая и троллейбуса под прямым углом

влияниям изоляцией, пробивное напряжение которой должно быть не менее удвоенного рабочего напряжения пересекаемых проводов сильного тока.

Коэфициент запаса механической прочности этого провода при наиболее неблагоприятных метеорологических условиях должен быть не менее 1,5.

В качестве переходных опор на линиях связи при числе проводов не более восьми применяют одинарные опоры, укреплённые подпорой и оборудованные двойными траверсами (фиг. 170). При числе проводов более восьми устанавливают переходные опоры полуанкерного типа, оборудованные двойными траверсами (фиг. 171).

Таблица 125

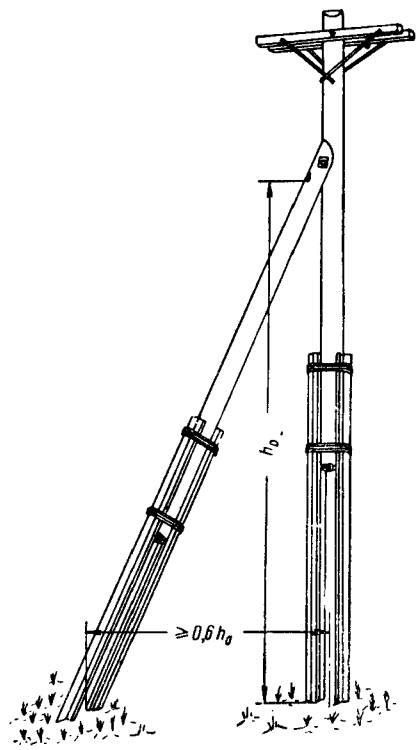
Выбор проводов для пересекающих пролётов

Наименование пересекаемых сооружений	Тип линии	Наибольшая длина пролёта в *м*	Тип проводов в пересекающем пролёте
Контактные провода электрических железных дорог	О Н У ОУ	100 75 60 40	Для всех проводов линий связи провод антенный бронзовый марки ПАБО-10 или биметаллический канат сечением 10 *мм*² То же марки ПАБО-25 или биметаллический канат сечением 25 *мм*²
Трамвайные и троллейбусные провода	О Н У ОУ	100 75 60 40	Для всех проводов линий связи типов О, Н, У и ОУ—провод антенный бронзовый марки ПАБО-10 или биметаллический провод диаметром 4 *мм*

При пересечении линий связи с трамвайными или троллейбусными контактными проводами в районе города допускают установку сдвоенных опор или переходы на стойках по крышам зданий.

Конструктивные данные переходных опор приведены в табл. 126.

При устройстве перехода через трамвайные и троллейбусные провода общая длина переходных опор, указанная в табл. 126, может быть уменьшена на 2 *м*.



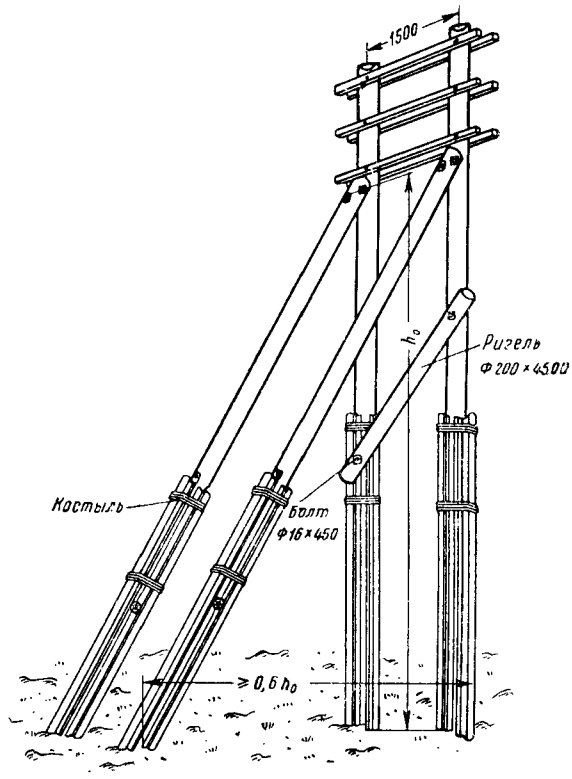
Фиг. 170. Общий вид переходной опоры в рельсовых основаниях

При переходах через электрические железные дороги на линиях типов У и ОУ переходные опоры общей длиной 11,5 *м* и выше укрепляют двумя дополнительными оттяжками, направленными перпендикулярно к линии в разные стороны от неё; на линиях типов О и Н дополнительными оттяжками укрепляют переходные опоры общей длиной 13,5 *м* и выше.

Соединение многопроволочных проводов с линейными проводами производят, как показано на фиг. 244.

Стрелы провеса многопроволочных проводов в пересекающем пролёте выбирают по табл. 127.

При выборе высоты переходных опор, кроме соблюдения установленного габарита



Фиг. 171. Общий вид переходной полуанкерной опоры в рельсовых основаниях

между проводами связи и контактными проводами при максимальной температуре воздуха (табл. 127), принимают во внимание величину стрелы провеса проводов связи при гололёде, указанную в табл. 128.

Переходы линий связи через неэлектрифицированные железные дороги. Переходы линий связи через неэлектрифицированные железные дороги осуществляют в соответствии со схемами, приведёнными на фиг. 168 и 169.

Конструкцию переходных опор берут такую же, как и конструкцию опор при пересечении электрифицированных железных дорог (фиг. 170 и 171).

При числе проводов от четырёх до восьми одинарную переходную опору, кроме подпоры (фиг. 170), укрепляют двумя боковыми оттяжками по одной в каждую сторону, свиваемыми из четырёх стальных проволок диаметром 4 *мм*.

Высоту переходных опор выбирают с учётом требований, предъявляемых к габаритам

Таблица 126

Конструктивные данные переходных опор

Количество проводов (с учётом развития на ближайшие 5 лет)	Высота опоры от головки рельса в *м*	Диаметр опоры в вершине в *см*	Глубина заделки опор в *м*	Общая длина переходных опор в *м*	Общая длина подпор в *м*	Минимальный диаметр подпоры в *см*
До 8	11,9	22	1,8	12,8	12,8	20
9—16	11,6	22	1,9	13,5	13,5	20
17—24	12,5	22	2,0	14,5	14,5	20
25—32	13,0	22	2,0	15,0	15,0	20

Таблица 127

Стрелы провеса проводов в переходном пролёте

Температура в °С	Стрела провеса в *см* при длине пролёта в *м*								
	25	30	40	50	60	62,5	80	100	150
−30	5	9	15	22	32	35	57	92	207
−25	6	10	16	24	35	39	62	98	230
−20	7	11	17	27	38	42	67	104	239
−15	8	12	19	30	42	46	72	110	248
−10	10	14	22	33	46	51	77	116	261
− 5	11	16	24	36	50	55	82	122	275
0	13	19	27	40	54	60	87	129	290
+ 5	15	21	30	43	58	65	93	135	304
+10	18	24	34	47	63	69	98	141	317
+15	20	27	37	51	67	74	103	147	330
+20	23	30	40	55	71	78	100	154	347
+25	25	33	44	59	76	83	114	160	360
+30	28	36	47	63	81	87	120	166	374
+35	30	38	50	67	85	91	125	170	383
+40	32	41	53	70	88	95	131	178	400

Таблица 128

Примерные стрелы провеса проводов связи при гололёде

Тип линии связи	Стрела провеса в *см* при длине пролёта в *м*			
	62,5	50	40	30
О и Н	90	70	50	30
У	130	100	70	45
ОУ	160	130	90	60

проводов связи по отношению к головке рельса (см. ниже табл. 137), а также с учётом стрелы провеса проводов при максимальной температуре воздуха и при гололёде.

Пересекающий пролёт на линиях типов О и Н не должеи превышать 60 *м*, а на линиях типов У и ОУ — 40 *м*.

На пересечениях железных дорог при числе проводов более 32 на линиях типов О и Н и более 24 на линиях типов У и ОУ устраивают кабельные вставки.

Переходы линий связи через железную дорогу осуществляют проводами того же диаметра (для стальных проводов не менее 4 *мм*), что и линейные, причём в переходном пролёте не допускают устройства спаек, сварок или каких-либо стыков.

Крепление проводов на переходных опорах осуществляют при их подвеске на крюках в соответствии с фиг. 242, а при подвеске на траверсах — в соответствии с фиг. 243.

Стрелы провеса проводов в пересекающем пролёте устанавливают по табл. 153.

Переходы через автострады, шоссе и дороги магистрального значения. Переходы через автострады, шоссе и дороги магистрального значения производят в соответствии с установленными габаритами (табл. 137). В качестве переходных опор устаиавливают одинарные опоры с подпорами в сторону дороги. Пересечение осуществляют проводами того же материала и диаметра, что и линейные провода. Крепление проводов на переходных опорах производят в соответствии с фиг. 242 и 243.

Пересечения линий связи с линиями сильного тока. Пересечение линий связи с линиями сильного тока осуществляют в соответствии с установленными габаритами табл. 137.

Угол пересечения должен быть равен 90° и в крайнем случае — не менее 45°.

В качестве переходных опор применяют нормальиые промежуточные опоры. Расстояние от места пересечения проводов до ближайшей опоры линии сильного тока должно быть не менее 7 *м*.

При пересечении линий сильного тока высокого напряжения крепление проводов на переходных опорах производят в соответствии с фиг. 242 и 243; при пересечении линий сильного тока низкого напряжения применяют обычную промежуточную вязку проводов.

В пролёте пересечения провода и канаты линии сильного тока и провода линии связи не должны иметь сростков, сварок и спаек

Устройство переходов высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки

Пересечения проводов высоковольтно-сигнальной линии автоблокировки с контактными проводами электрических железных дорог, трамвая и троллейбуса, проводами линий связи, а также с полотном неэлектрифицированных железных дорог, автострад и автогужевых дорог делают так же, как и пересечения проводов связи в соответствии с фиг. 169.

Отличие перехода высоковольтно-сигнальных проводов от перехода проводов связи заключается лишь в том, чт в качестве переходных опор в этом случае устанавливают не полуанкерные, а А-образные опоры; угловые опоры, смежные с переходными, выполняют в виде А-образных угловых опор.

А-образные переходные опоры устанавливают или непосредственно в грунт (фиг. 125, 166, 172, 173) или в рельсовые основания (фиг. 126).

Типовые случаи применения А-образных переходных опор приведены в табл. 129.

Основные размеры и глубина закопки всех перечисленных конструкций А-образных переходных опор приведены в табл. 130.

Ноги А-образной опоры устанавливают в плоскости, совпадающей с направлением перехода.

Для опор высотой H, равной или большей 13 *м* (последнее относится к опорам в рельсовых основаниях), ноги опоры скрепляют раскосом.

Высоту опор H (или длину столбов l) на переходе выбирают по табл. 130 с расчётом обеспечения требуемых габаритов при максимальных стрелах провеса канатов, соответствующих наивысшей для данной местности температуре воздуха; при пересечении полотна железных дорог учитывают также максимальную стрелу провеса канатов при гололёде.

Стрелу провеса канатов при их подвеске следует брать в зависимости от длины переходного пролёта и температуры воздуха из табл. 123 для линий типа Н и из табл. 124— для линий типов У и ОУ.

Таблица 129

Типовые случаи применения переходных А-образных опор

Наименование пересекаемых объектов	Тип высоковольтно-сигнальной линии	Длина переходного пролёта в *м*	Способ осуществления перехода цепи		Расстояние в *мм* на траверсах между проводами цепи		Номер фигуры, на которой приведён чертёж опоры, применяемой на переходе
			высоковольтной	сигнальной	высоковольтной	сигнальной	
Полотно железных дорог с паровой тягой, автострады, авто-гужевые дороги I класса, линии связи I и II классов	Н	До 50	Стальной канат 1×7—4,2	Стальная проволока диаметром 4 *мм*	1 000	300	Фиг. 172
	У ОУ	До 40					
	Н	51—75	Стальной канат 1×7—4,2		1 250	400	Фиг. 166
	У ОУ	41—60					
Полотно железных дорог с электротягой, контактные провода трамвая и троллейбуса	Н	До 50	Стальной канат 1×7—4,2		1 000	300	—
	У ОУ	До 40					
	Н	52—75	Стальной канат 1×7—4,2	Подземный кабель марки СОБ	1 250	300	Фиг. 173
	У ОУ	41—60					

Таблица 130

Размеры А-образных переходных опор, устанавливаемых как непосредственно в грунт, так и в рельсовые основания

l — длина столба в *м*	Опоры для установки в рельсовые основания; размеры в грунтах в *см*												Опоры для установки в грунт				Размер *к* в *см*	Диаметр столба в вершине в *см*	
	в мягком				в твёрдом				в каменистом и скалистом				*H* — длина столба в *м*	*h* — глубина закопки столба в грунтах в *см*				Тип линии	
	h	*a*	*b*	*к*	*h*	*a*	*b*	*к*	*h*	*a*	*b*	*к*		мягком	твёрдом	скалистом		Н	У и ОУ
7,0	180	350	130	315	165	325	120	315	135	300	120	300	9	165	150	120	305	16	17
9,0	200	375	130	390	185	350	125	385	155	325	120	375	11	185	170	140	375	17	18
10,5	220	400	135	450	205	375	130	445	175	350	125	435	13	205	190	160	445	18	19
12,5	240	425	135	530	225	400	130	520	195	375	130	510	—	—	—	—	—	19	20

Способ крепления проводов на переходных опорах и конструкция соединения линейных проводов с канатом переходного пролёта показаны на фиг. 243 и 244.

Переходы воздушных линий связи по мостам и устройство ледорезов

Воздушный переход линий связи по железнодорожным мостам осуществляют при помощи кронштейнов, укрепляемых к фермам без ослабления прочности моста.

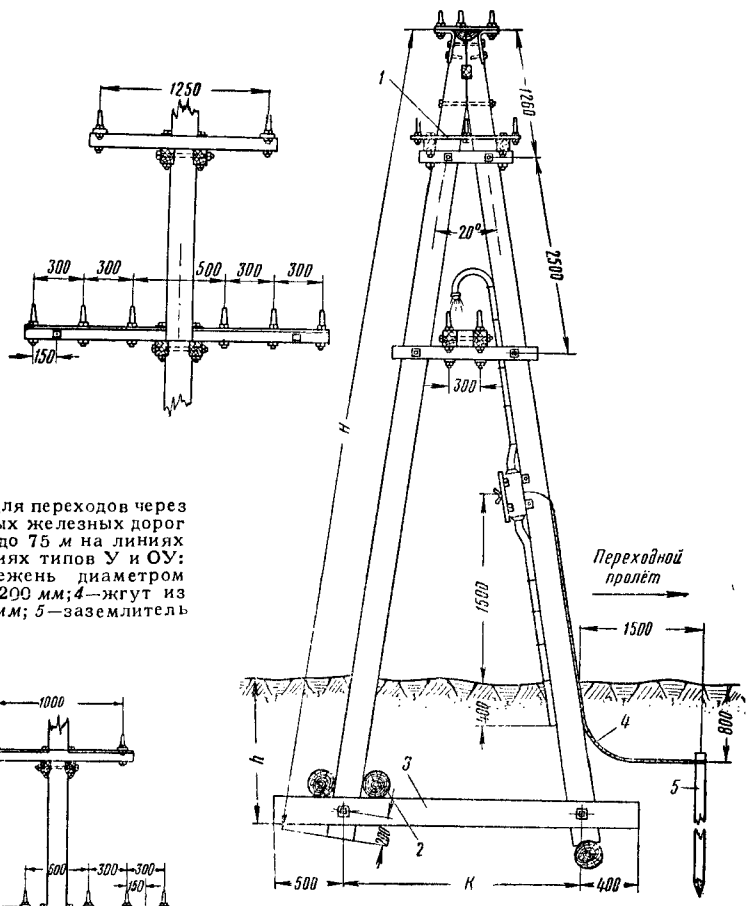
Если провода линий связи расположены на восьмиштырных траверсах, то применяют мостовые кронштейны, эскизы которых приведены на фиг. 174 и 175.

В том случае, если проектируется установка более двух траверс, то вместо вертикальных деревянных брусков в конструкции кронштейна, приведённого на фиг. 175, применяют угловую сталь 60 × 60 × 6 *мм*.

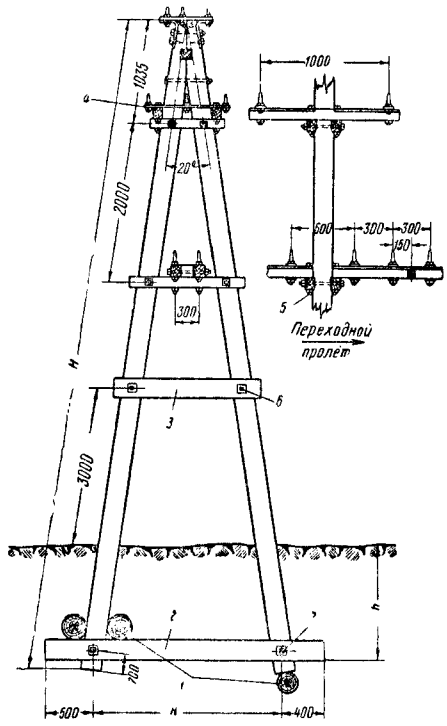
При малом числе проводов и при расположении их на крюках применяют кронштейн, эскиз которого приведён на фиг. 176.

Если подход линии связи к мосту осуществляют по заливаемой местности и возможно повреждение опор во время ледохода, то их защищают при помощи ледорезов.

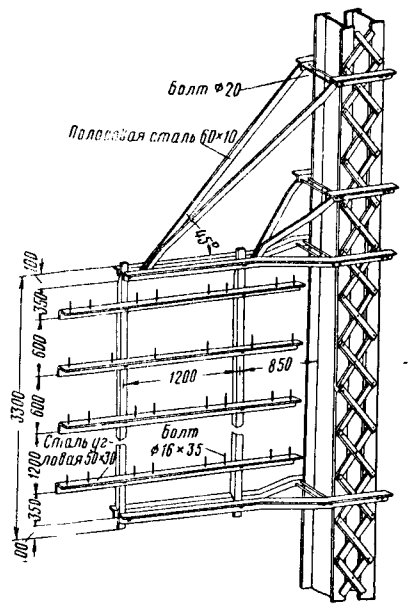
Ледорез располагают в 2—3 *м* от защищаемой им конструкции, считая вверх против течения.



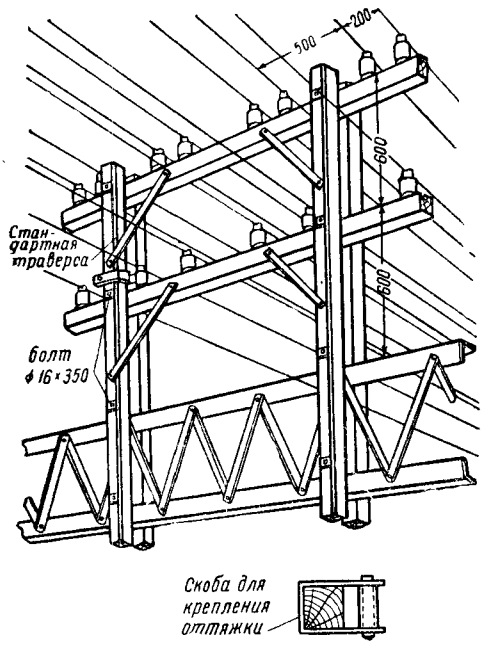
Фиг. 172. А-образная опора для переходов через полотно электрифицированных железных дорог при длине пролёта: от 51 до 75 *м* на линиях типа Н; от 40 до 60 *м* на линиях типов У и ОУ: *1*—накладка типа IV; *2*—лежень диаметром 200 *мм*; *3*—ригель диаметром 200 *мм*; *4*—жгут из двух проволок диаметром 5 *мм*; *5*—заземлитель



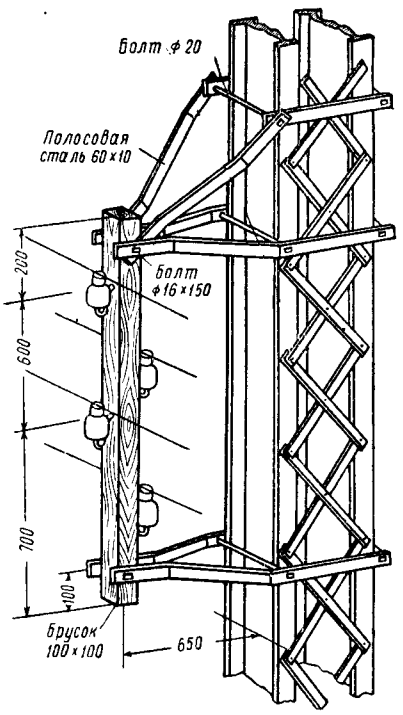
Фиг. 173. А-образная опора для переходов через полотно железной дороги с паровой тягой, автострады, авто-гужевые дороги I класса и линии связи при длине пролёта: до 50 *м* на линиях типа Н; до 40 *м* на линиях типов У и ОУ: *1*—лежень диаметром 200×1 400 *мм*; *2*—ригель диаметром 200 *мм*; *3*—раскос диаметром 200 *мм* (ставить для опор *H*=13 *м* и более); *4*—накладка типа III; *5*—болт диаметром 16×260 *мм*; *6*—болт диаметром 16×450 *мм*; *7*—болт диаметром 16×700 *мм*



Фиг. 174. Эскиз мостового кронштейна для мостов без верхнего перекрытия



Фиг. 175. Эскиз мостового кронштейна для мостов с верхним перекрытием



Фиг. 176. Эскиз мостового кронштейна для малого числа проводов, расположенных на крюках

ЗАЗЕМЛЕНИЯ И ИХ УСТРОЙСТВО

Различают два вида заземлений:

1) р а б о ч и е, предназначенные для использования земли в качестве обратного провода, и

2) з а щ и т н ы е, предназначенные для заземления приборов защиты установок связи и СЦБ от опасных напряжений и уменьшения помех, возникающих в цепях связи и СЦБ.

Нормы сопротивлений заземлений

Сопротивление заземлений, устраиваемых на линиях связи и высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки, не должно превышать величин, указанных в табл. 131.

Сопротивление заземления мощных разрядников должно быть таким, чтобы падение напряжения на заземлении при срабатывании всех разрядников не превышало:

100 — 150 *в* при установке разрядников на станции или на кабельной вставке;

300 *в* при установке разрядников на опорах воздушной линии.

Типы заземлителей

Для устройства заземлений применяют два основных типа заземлителей: из стальных труб и стержней и из стальной проволоки.

Ориентировочные величины сопротивления заземлений, устроенных из одной стальной трубы, в зависимости от её длины, диаметра и характера грунта приведены в табл. 132.

Таблица 131

Сопротивление заземлений на линиях связи и СЦБ

Назначение заземлений	Сопротивление заземлений в *ом* (не более)
Для линейных молниеотводов	100
То же, в пролёте пересечения с высоковольтной линией	25
Для разрядников в кабельных ящиках на линиях связи при числе входящих проводов:	
до 20	10
более 20	5
Для разрядников в месте соединения воздушной линии с морским или речным кабелем независимо от числа проводов	5
Для опор на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки в сети высокого напряжения	10
То же в сети низкого напряжения у кабельных ящиков при числе входящих сигнальных проводов:	
до 10	20
» 20	10

При устройстве заземлений с малой величиной сопротивления целесообразно произвести предварительное измерение удельного сопротивления грунта. Для этого в грунт забивают стальную трубу длиной 1 — 3 *м* и измеряют величину сопротивления заземления.

Таблица 132

Величины сопротивлений заземлений в *ом* из одной стальной трубы

Характер грунта	Средние величины удельного сопротивления грунта в *ом·см*	Длина трубы в *м*					
		2			2,5		
		Диаметр трубы в *см*					
		2	2,5	3	2	2,5	3
Болото	$2 \cdot 10^3$	9,5	9,2	8,75	8	7,6	7,4
Чернозём	$5 \cdot 10^3$	24	23	21,8	20	19	18,5
Глина	$6 \cdot 10^3$	28,7	27,5	26,2	24	22,3	22,2
Суглинок	$8 \cdot 10^3$	38,3	36,6	35	32	30,2	29,7
Супесок	$30 \cdot 10^3$	143	137	131	120	114	111
Песок мокрый	$40 \cdot 10^3$	191	183	174	160	152	148
» средней влажности	$44 \cdot 10^3$	210	202	192	176	167	163

После этого производят подсчёт величины удельного сопротивления грунта ρ по формуле

$$\rho = \frac{2\pi R_0 l}{\ln \frac{4l}{d}},$$

где R_0 — измеренное сопротивление заземления в *ом*;
l — длина трубы в *см*;
d — внешний диаметр трубы в *см*.

Тогда число труб, необходимое для устройства заземления, можно ориентировочно определять из формулы

$$n = \frac{R_0}{0{,}8R},$$

где n — число труб;
R_0 — сопротивление заземления из одной трубы в *ом*;
R — требуемая величина сопротивления заземления в *ом*.

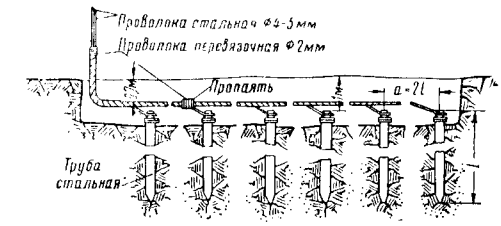
Устройство защитных заземлений для разрядников в кабельных киосках, ящиках и будках

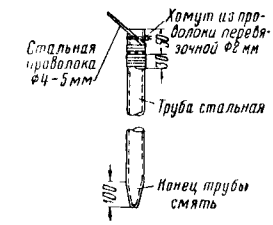
Заземления устраивают при помощи стальных труб, к каждой из которых приваривают или припаивают стальную проволоку так, как указано на фиг. 177.

Устройство заземлений у опор на линиях связи

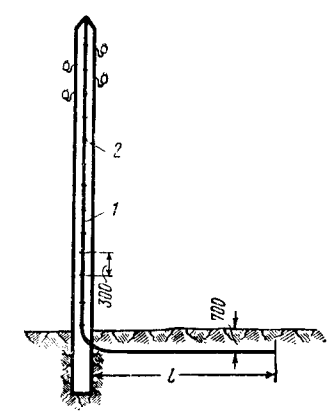
Линейные молниеотводы для защиты опор от расщепления их молнией устраивают на вводных, кабельных, разрезных, контрольных, угловых, переходных и мачтовых опорах, а также на тех промежуточных опорах, которые в процессе эксплоатации были повреждены молнией.

Конструктивные разновидности заземлений из стальной проволоки применительно к перечисленным типам опор изображены на фиг. 178 и 179. При пересечении линий связи с линиями электропередач напряжением 3 *кв* и более на переходных опорах должны быть установлены молниеотводы с воздушным промежутком так, как это указано на фиг. 180.

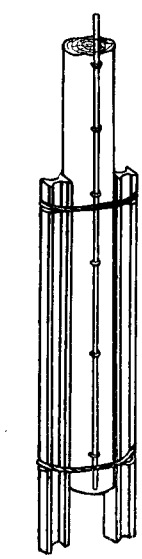




Фиг. 177. Заземлитель из нескольких стальных труб



Фиг. 178. Устройство молниеотвода на вводных, кабельных, контрольных, разрезных и переходных опорах: *1* — стальная проволока диаметром 4 ÷ 5 *мм*; *2* — скоба из стальной проволоки диаметром 5 *мм*



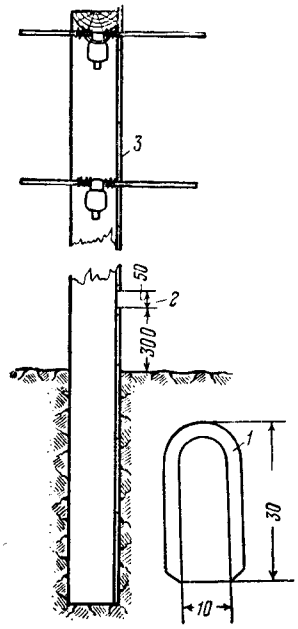
Фиг. 179. Устройство молниеотвода на опоре в рельсовых основаниях

Заземления для молниеотводов опор линий связи устраивают из стальной проволоки диаметром 4—5 *мм*, длину которой в зависимости от характера грунта берут из табл. 133.

Таблица 133

Длина проволоки для заземления молниеотводов

Характер грунта	На вводных, кабельных, контрольных, разрезных и переходных опорах в *м*	На опорах в пролёте пересечения с высоковольтными линиями в *м*
Болото	1	2
Чернозём	1	3
Глина	1,5	4
Суглинок	2	5
Супесок	5	9
Песок мокрый	6	15
» средней влажности	7	25
Каменистый	8	—



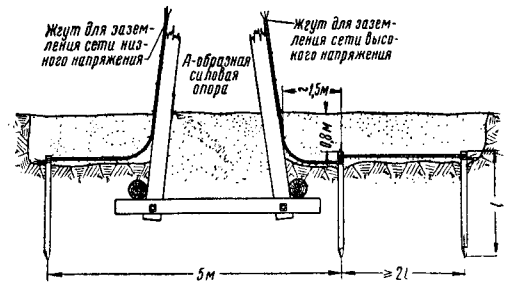
Фиг. 180. Устройство молниеотвода на переходных опорах при пересечении линии электропередач напряжением 3 *кв* и более: *1* — скоба из стальной 4- или 5-*мм* проволоки; *2*—искровой промежуток; *3*—молниеотвод из стальной 4- или 5-*мм* проволоки

Устройство заземлений у опор на высоковольтно-сигиальных линиях автоблокировки

Заземления на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировкн устраивают у силовых, оконечных, кабельных и разрезных опор, а также у опор с секционными разъединителями и статическнмн конденсаторами.

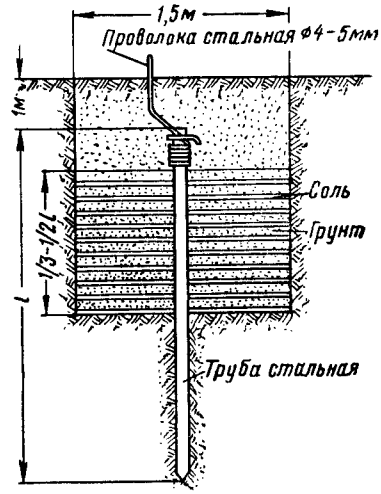
На опорах с высоковольтным оборудованием должны быть заземлены все доступные для прикосновения металлические части, которые нормальио не находятся, но могут оказаться под напряжением вследствие повреждеиия изоляции, а именно: кожухи снловых трансформаторов, цоколи предохранителей, цоколи и приводы разъедиинтелей, разрядники, корпусы кабельных муфт, броня и свинцовая оболочка высоковольтных кабелей, кожухи статическнх конденсаторов.

Заземлитель для высоковольтного оборудования должен состоять не менее чем из двух стальных труб, причём первую трубу забивают на расстоянии 1,5 *м* от опоры. Трубы соединяют между собой жгутом заземляющей магистрали, который должен состоять не менее чем из двух свитых вместе стальных проволок диаметром 5 *мм*. Жгут укладывают на дно траншеи на одном уровне с верхними концами труб; присоединение жгута к заземлителям осуществляют посредством сварки.



Фиг. 181. Расположение заземлителей сети низкого и высокого напряжений у А-образной опоры (силовой) на высоковольтно-сигнальной линии

Уложенный от ближайшей к опоре трубы проволочный жгут должен состоять из трёх свитых вместе стальных проволок диаметром 5 *мм*; жгут крепят к опоре через каждые 0,5 *м* стальными скобками.



Фиг. 182. Заземление с искусственной обработкой грунта солью

От каждого заземляемого элемента на опоре к жгуту подводят самостоятельное ответвление из стальной проволоки диаметром 5 *мм*; концы проволок надёжно приваривают или приболчнвают к жгуту, а у заземляемых элементов зажнмают под соответствующие клеммы.

В кабельном ящике, в который вводят сигнальные провода (сеть низкого напряжения), заземлению подлежат разрядники РА-350.

При условии соблюдения норм сопротивления (см. табл. 131) заземлитель в сети низ-

кого напряжения допускается делать из одной трубы. Заземляющую проводку осуществляют двумя стальными проволоками диаметром 5 *мм*, свитыми в общий жгут. На опорах, имеющих как сеть высокого, так и сеть низкого напряжения, заземления для каждой сети должны быть выполнены самостоятельно.

Заземлители обеих систем располагают на расстоянии не менее 5 *м* друг от друга, как указано на фиг. 181.

Искусственная обработка грунта

При наличии грунтов с высоким удельным сопротивлением или низким уровнем грунтовых вод рекомендуется устраивать заземления с искусственной обработкой грунта поваренной солью (фиг. 182).

Количество слоёв соли должно быть не менее 10; расход соли для каждой трубы составляет 30—40 *кг*. Каждый слой соли и грунта поливают водой из расчёта 1—2 *л* на 1 *кг* соли.

Срок действия обработки грунта солью исчисляется 1—2 годами, после чего требуется повторная обработка.

Расстояние между заземлением с искусственной обработкой грунта и металлическими подземными сооружениями должно быть не менее 10 *м*.

ПОСТРОЙКА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ И СЦБ

Трасса и габариты

Для создания наиболее благоприятных условий при эксплоатационном обслуживании воздушных линий связи и СЦБ их трассу следует выбирать с таким расчётом, чтобы линии возможно лучше просматривались с движущегося поезда или дрезины.

С целью экономии кабелей, соединяющих высоковольтно-сигнальную линию автоблокировки с сигнальными устройствами, трассу этой линии следует прокладывать как можно ближе к полотну железной дороги при условии соблюдения требуемых габаритов и норм сближения с линиями связи. На участках со снежными заносами трассу линий связи и СЦБ следует прокладывать на той стороне полотна железной дороги, где подверженность заносам будет наименьшей; при этом трассу необходимо координировать со снегозащитными сооружениями.

Трасса линий связи и СЦБ должна иметь как можно меньше пересечений с другими линиями, а также с полотном железных и шоссейных дорог; следует также избегать параллельного пробега с линиями электропередачи высокого напряжения, трамвайными и троллейбусными контактными проводами и линиями связи.

Удаление воздушных линий связи от высоковольтных линий электропередач определяется «Правилами ограждения сооружений связи и сигнализации от вредного действия установок сильного тока», а удаление от полотна электрифицированных железных дорог—«Правилами защиты устройств проводной связи от мешающего действия контактной сети электрических железных дорог постоянного тока».

Таблица 134

Расстояние a_1 между высоковольтно-сигнальными линиями автоблокировки и телеграфными линиями

l в *км*	100	150	200	300	400	500
a_1 в *м*	10,5	12	13,5	15,5	17	18

Расстояние между линиями связи и высоковольтно-сигнальными линиями автоблокировки с точки зрения мешающего влияния последних определяют по табл. 134 и 135.

Таблица 135

Расстояние a_2 между высоковольтно-сигнальными линиями автоблокировки и телефонными линиями

n	1	2	3	4	5	6	7
a_2 в *м*	8	8	8,5	9,5	11	11,5	12

Условные обозначения, принятые в табл. 134 и 135:

a_1 и a_2 — минимальные расстояния между высоковольтно-сигнальной линией и линиями связи на всей длине сближения в *м*;

l — длина телеграфной однопроводной цепи между двумя оконечными телеграфными аппаратами или длина участка между соседними телеграфными трансляциями на данном участке сближения в *км*;

n — число усилительных участков в двухпроводной телефонной цепи низкой частоты, подверженной влиянию со стороны высоковольтно-сигнальной линии автоблокировки.

Для линий связи, имеющих как телеграфные, так и телефонные цепи, расстояние между этими линиями и высоковольтно-сигнальными линиями автоблокировки определяют по табл. 134 и 135, причём из двух полученных величин a_1 и a_2 берётся наибольшая.

При параллельном сближении с линиями связи и высоковольтно-сигнальными линиями автоблокировки других высоковольтных линий расстояние между осями опор не должно быть менее высоты наиболее высокой опоры.

На участках стеснённой трассы расстояние между крайними проводами двух высоковольтных линий не должно быть менее:

Для линий с напряжением в *кв*	Расстояние в *м*
От 1 до 20	2,5
35	4,0
110	5,0
154	6,0
220	7,0

Расстояние между осями опор линий связи и прочих высоковольтных линий определяется, кроме того, расчётами влияния последних на цепи связи.

Прокладывать воздушные линии связи и СЦБ запрещается ближе чем на расстоянии 0,5 *км* от границ аэродромов. Если расстояние до границ аэродрома заключается в пределах от 0,5 *км* до 1 *км* для линий связи и до 4 *км* для высоковольтно-сигнальных линий, то прокладку трассы следует производить только после согласования её с теми ведомствами, в ведении которых находятся аэродромы.

Линии связи и СЦБ не должны мешать движению транспорта, в связи с чем опоры следует размещать за канавами (обочинами) дорог с учётом предполагаемого в будущем расширения полотна шоссейной или железной дороги.

При выборе трассы линий необходимо учитывать также топографические условия местности, как-то: горы, овраги, реки, стараясь избегать появления удлинённых пролётов и резких изгибов проводов в вертикальной плоскости, а также излишнего количества угловых опор и поворотов линии с большими вылетами углов.

Следует избегать установки опор вблизи древесных насаждений, в особенности там, где имеется угроза разрушения линии от падения деревьев; без особой необходимости не следует пересекать сады, парки, спортивные и другие площадки.

При прохождении линий в лесных массивах ширина просек определяется в зависимости от высоты леса согласно данным табл. 136.

Таблица 136

Ширина просеки (между кронами растительности)

Высота леса или насаждений	Ширина просеки в *м*	
	для линий связи	для высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки
Не выше 4 *м* . .	$a + 4$	$a + 6$
Выше 4 *м*	$a + 6$	$a + H$

В табл. 136 приняты следующие условные обозначения:

a — расстояние между крайними проводами в *м*;

H — наибольшая высота деревьев на границе просеки в *м*.

В случае прохождения линий по паркам, садам и заповедникам, по особой договорённости с соответствующими организациями, допускается меньшая ширина просек.

Прокладка просек через степные, водоохранные и защитные леса должна производиться с наименьшим ущербом состоянию насаждений и с предотвращением утраты ими их защитных свойств. Необходимо избегать прокладки просек в насаждениях, расположенных узкими полосами вдоль линий связи и СЦБ, проводя последние вне таких насаждений.

При прокладке трассы линий по поймам рек и озёр необходимо располагать опоры в таких местах, где исключена возможность возникновения ледяных заторов, а в тех местах, где опоры могут подвергаться ударам льда при ледоходах, необходимо устраивать защитные приспособления.

Трассу высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки воспрещается прокладывать: над складами огнеопасных и взрывчатых веществ, над деревянными зданиями при любом материале кровли, над любыми зданиями, имеющими кровлю из сгораемых материалов, над цехами, выделяющими газы, разрушительно действующие на провода.

Таблица 137

Габариты проводов и опор линий связи

Характеристика габарита	Наименьшая величина габарита в *м*
Расстояние от земли до нижнего провода для линий, идущих вдоль железных дорог, вне пригородных и дачных местностей (фиг. 183, *1*)	2,5
То же для линий, идущих вдоль шоссейных или грунтовых дорог, а также вдоль железных дорог в районе пригородных и дачных местностей (фиг. 183, *1*)	3,0
Расстояние между нижним проводом одной и верхним проводом другой линии связи при их пересечении при наинизшей и наивысшей температуре (фиг. 183, *2*)	0,6
Расстояние между наинизшей точкой нижнего провода линии связи и коньком крыши (фиг. 183, *3*)	1,5
Расстояние между нижним проводом линии связи и головкой рельса при переходе этой линии через железнодорожное полотно нормальной и узкой колеи (фиг. 183, *4*)	7,5
Расстояние между нижним проводом линии связи и тросом, несущим контактный провод электрифицированной железной дороги	2,0
Расстояние от нижнего провода линии связи при пересечении с контактными проводами трамвая и троллейбуса: до головки рельса для трамвая и до поверхности дорожного полотна для троллейбуса (фиг. 183,)	8,0
Расстояние по вертикали между пересекающимися проводами линий связи и линий сильного тока низкого напряжения:	
при пересечении в пролёте	1,25
при пересечении на опоре	0,6
Расстояние по вертикали между пересекающимися проводами линий связи и проводами линий сильного тока высокого напряжения (фиг. 183, *б*):	
при напряжении на линиях сильного тока не более 1 *кв*	1,25
то же выше 1 *кв* до 10 *кв*	2,0 (4,0)
» » 20, 35 и 110 *кв*	3,0 (5,0)
» » 154 и 220 *кв*	4,0 (6,0)

Продолжение табл. 137

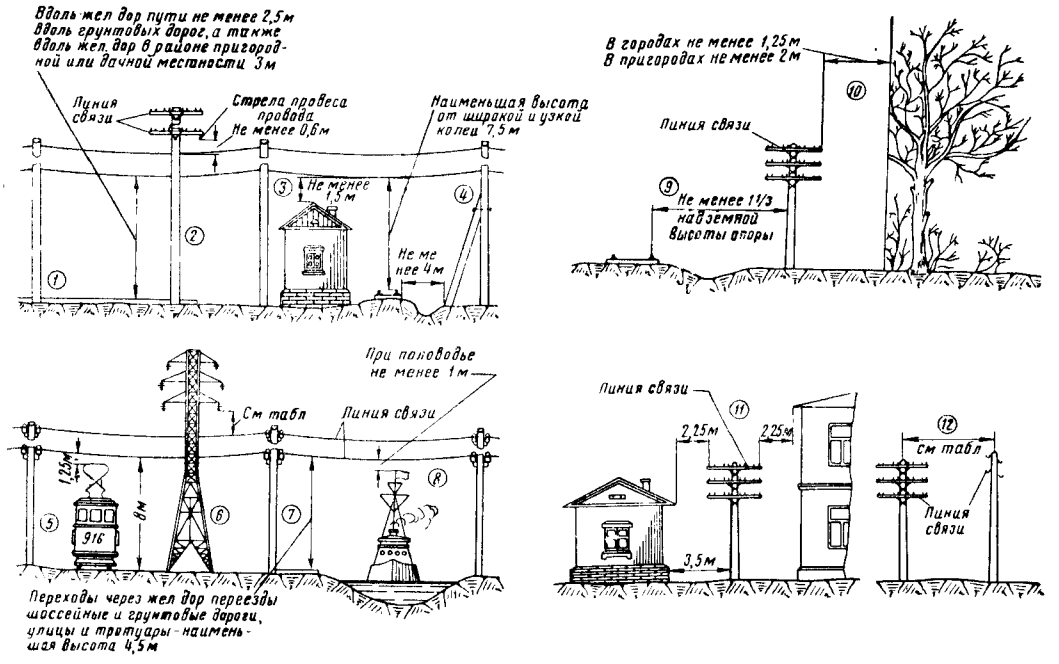
Характеристика габарита	Наименьшая величина габарита в м
Расстояние от места пересечения проводов линии связи и линии сильного тока высокого напряжения до ближайшей опоры линии сильного тока	7,0
Расстояние по горизонтали от опоры каблированного пролёта линии связи до ближайшего провода сильного тока	10,0
Расстояние от земли до нижнего провода линии связи при переходах через железнодорожные переезды, шоссейные, грунтовые, полевые степные) дороги	5,5
Расстояние от земли до нижнего провода линии связи при переходах через улицы и тротуары, а также для линий, проходящих в черте населённых пунктов (фиг. 183, *7*)	4,5
Расстояние от наиболее высоких мачт судов, проходящих по данному водному пути во время наибольшего половодья, до нижнего провода линии связи при переходе её через реки и каналы (фиг. 183, *3*)	1,0
Расстояние от опор линии связи до головки ближайшего рельса при расположении линии вдоль железнодорожного полотна (фиг. 183, *9* и 184)	1 1/3 высоты надземной части опоры
Расстояние от ветвей деревьев до проводов линии связи (фиг. 183, *10*):	
в городах	1,25
в пригородных местностях	2,0
Расстояние от строений до центра опор линии связи, проходящей мимо домов, будок, казарм и прочих сооружений (фиг. 183, *11*)	3,5

Продолжение табл. 137

Характеристика габарита	Наименьшая величина габарита в м
Расстояние между осями опор линий связи, идущих параллельно друг другу (фиг. 183, *12*):	
при наличии на линии только стальных цепей	8,5
при наличии на одной или обеих линиях цепей из цветного металла, уплотнённых аппаратурой трёхканальной системы высокой частоты, а также при наличии на одной из них цепи из цветного металла, уплотнённой аппаратурой двенадцатиканальной системы высот частоты	8,5
при наличии на обеих линиях цепей из цветного металла, уплотнённых аппаратурой двенадцатиканальной системы высокой частоты	20
при наличии на обеих линиях цепей из цветного металла, уплотнённых аппаратурой двенадцатиканальной системы высокой частоты, работающей с разным направлением частот	800

Примечание. Цифры без скобок представляют собой допускаемые минимальные габаритные расстояния при оборудовании опор, ограничивающих пролёт пересечения, защитными промежутками с сопротивлением заземления не более 25 *ом*, в соответствии с руководящими указаниями по защите от перенапряжений установок переменного тока с напряжением до 220 *кв*.

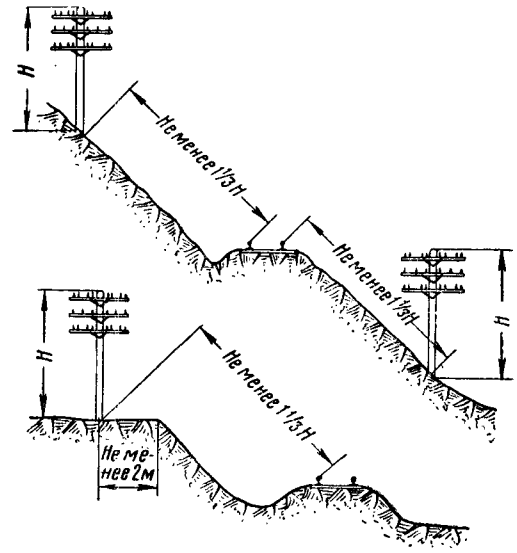
Цифры в скобках представляют собой такие габаритные расстояния, при которых не требуется применения мер защиты от грозовых разрядов.



Фиг. 183. Габариты опор и проводов на линиях связи

Под проводами высоковольтно-сигнальных линий не разрешается складывать штабели дров и скирды, создавать склады угля и торфа и т. п.

Трассы линий связи и СЦБ железнодорожного транспорта должны быть нанесены на



Фиг. 184. Габариты опор, устанавливаемых в выемках и на насыпи

чертёж, на котором показывается их расположение относительно полотна железной дороги и воздушных линий других ведомств.

При постройке линий связи и СЦБ необходимо руководствоваться габаритными величинами, приведёнными в табл. 137 и 138.

Таблица 138

Габариты проводов и опор высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки

Характеристика габарита	Наименьшая величина габарита в м
Расстояние от земли до наинизшей точки нижнего провода для линий, идущих вдоль полотна железной дороги, в ненаселённых местах, вне пригородных и дачных местностей (на перегоне):	
для высоковольтных проводов	5,0
» сигнальных проводов	2,5
Расстояние от земли до наинизшей точки нижнего провода для линий, идущих в районе населённых пунктов, железнодорожных станций, пригородных и дачных местностей, а также по территории промышленных предприятий:	
для высоковольтных проводов	6,0
» сигнальных проводов	3,0
Расстояние в точках подвеса между нижним высоковольтным проводом и верхним сигнальным проводом, размещёнными на одних опорах	2,0
Расстояние между наинизшей точкой нижнего провода линии автоблокировки и головкой рельса при переходе линии через полотно железных дорог с паровой тягой	7,5

Продолжение табл. 138

Характеристика габарита	Наименьшая величина габарита в м
Расстояние от нижнего высоковольтного провода линии автоблокировки (без сигнальных проводов) до полотна дороги при пересечении авто-гужевых дорог	7,0
Расстояние от земли до наинизшей точки нижнего сигнального провода линии автоблокировки при переходах её через железнодорожные переезды, авто-гужевые дороги всех классов и автострады	5,5
Расстояние между нижним проводом линии автоблокировки и несущим тросом электрифицированной железной дороги при их пересечении	2,0
Расстояние между нижним проводом линии автоблокировки и контактным трамвайным или троллейбусным проводом при их пересечении:	
для сигнальных проводов	1,25
» высоковольтных проводов	2,0
Расстояние от наиболее высоких мачт судов, проходящих по данному водному пути во время наибольшего половодья, до наинизшей точки нижнего провода линии автоблокировки при переходе её через реки и каналы:	
для линии с одними высоковольтными проводами	1,5
для линии с сигнальными проводами	1,0
Расстояние провода до любой части строений и зданий (крыш, желобов, слуховых окон, труб и пр.) при их пересечении:	
для линии с одними высоковольтными проводами	3,0
для линии с сигнальными проводами	1,5
Расстояние от любой части трубопровода до проводов линий автоблокировки при их пересечении:	
при прохождении линии над трубопроводом	3,0
при прохождении линии под трубопроводом	3,0
Расстояние между нижним проводом линии автоблокировки и верхним проводом линии связи при их пересечении:	
для линии с одними высоковольтными проводами	2,0
для линии с сигнальными проводами	0,6
Расстояние между проводами линии автоблокировки и высоковольтными проводами другой линии при их пересечении при напряжении на проводах пересекающей линии:	
10 *кв* и ниже	2,0 (4,0)*
20, 35 и 110 *кв*	3,0 (5,0)*
154 и 220 *кв*	4,0 (6,0)*
Расстояние от ветвей деревьев в парках, садах, заповедниках, а также вблизи снегозащитных и водоохранных насаждений и т. п. до проводов автоблокировки	2,0
Сближение по горизонтали крайнего провода линии автоблокировки до строения (независимо от высоты строения)	3,0
Расстояние между ближайшим к канатной дороге высоковольтным проводом при максимально возможном отклонении его под действием ветра и любым элементом канатной дороги	4,0

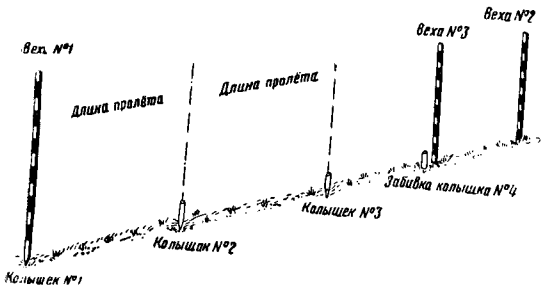
* См. примечание к табл. 137.

В тех случаях, когда не представляется возможным выдержать все требуемые габариты опор и проводов, а также нормы сближения с прочими линиями или при наличии других местных условий, препятствующих постройке воздушной линии, следует осуществлять перевод воздушных проводов в кабель. Число кабельных вставок и их длина при этом должны быть минимальными.

Разбивка и нивелировка линий

Разбивку производят от начала линии до первого поворота и далее участками между точками изменения направления линии.

В пределах каждого прямолинейного участка разбивку ведут с помощью вех, как показано на фиг. 185 и 186.



Фиг. 185. Разбивка линии на прямых участках

Величина угла поворота линии определяется вылетом угла, т. е. расстоянием от вершины угла до прямой линии, соединяющей две опоры, смежные с угловой (фиг. 187). Вылеты углов при длинах пролётов 50 *м* называют нормальными.

При определении места установки угловой опоры не допускают поворота линии с нормальным вылетом угла более 15 *м*, что соответствует углу поворота в 145°.

Если по местным условиям вылет угла всё же получается более 15 *м*, то разбивают угол на два угла.

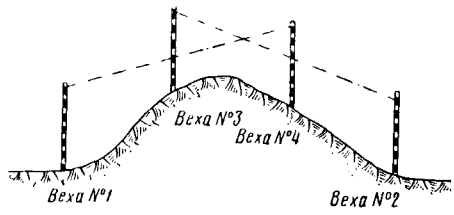
При длинах пролётов, отличных от 50 *м*, величины вылета углов, соответствующих нормальным, берут по табл. 139.

На линиях типов О и Н при вылете угла до 10 *м* включительно, а на линиях типов У и ОУ при вылете до 7,5 *м* включительно длины пролётов, смежных с угловой опорой, берут нормальными (соответствующими данному типу линии); при больших вылетах углов длины смежных пролётов берут равными половине нормальных.

Опоры, смежные с угловой, укрепляют подпорами при вылетах углов более 10 *м* и при числе подвешенных проводов:

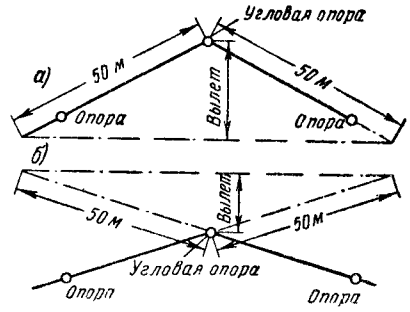
На линиях типа О . . . . . 32 и более
» » » Н . . . . . 24 » »
» » типов У и ОУ . . . . 12 » »

Если при разбивке линии от поворота до поворота последний пролёт отличается от нормального на ±10%, то с этим можно не считаться; в противном случае необходимо переместить угловую опору так, как это позволяют условия местности. В крайнем случае следует произвести переразбивку линии в обратном направлении для разгонки полученной разницы на 4—5 пролётов.



Фиг. 186. Разбивка линии напересечённой местности

Вылет угла можно определять при помощи измерителя вылетов (фиг. 188) конструкции П. А. Фролова.



Фиг. 187. Схема определения вылета углов

Таблица 139

Вылеты углов

Нормальный вылет угла в *м* при длине пролёта, равной 50 *м*	Приведённые к нормальным вылеты углов в *м* при длинах пролётов		
	60 *м*	40 *м*	35 *м*
3	3,6	2,4	2,1
5	6,0	4,0	3,5
7,5	9,0	6,0	5,25
10	12,0	8,0	7,0
15	18,0	12,0	10,5

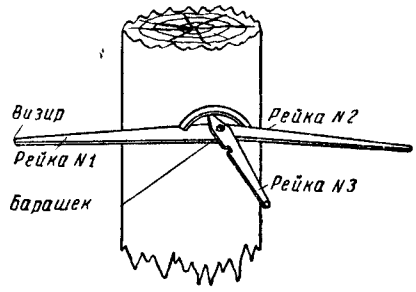
Работа с измерителем вылетов состоит в том, что короткую рейку на высоте 1,5 *м* от земли вдавливают в веху: с внутренней стороны, если опора укреплена подпорой, и с внешней, если опора укреплена оттяжкой.

Затем рейку *№ 1* визируют в направлении линии *ОА* (фиг. 189) и закрепляют барашком, а рейку *№ 2* визируют в направлении линии *ОБ*

После этого по указателю рейки *№ 3* определяют величину вылета угла в метрах и величину угла в градусах

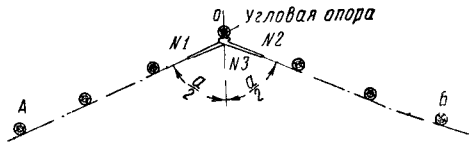
Изменение уклона линии на пересечённой местности определяется уклоном проводов

в вертикальной плоскости «вниз», когда промежуточная опора находится выше, и «вверх», когда эта опора находится ниже двух смежных опор.



Фиг. 188. Общий вид измерителя вылета углов

Допустимое изменение уклона зависит от типа линии и способа крепления проводов на той опоре, где происходит это изменение.



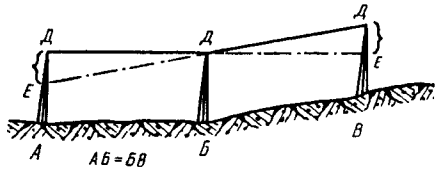
Фиг. 189. Способ измерения вылета угла измерителем вылета углов

В этих случаях различают конструктивные способы крепления проводов:

1) нормальный — одинарная траверса, один штырь, нормальная промежуточная вязка;

2) усиленный — двойные траверсы, два штыря;

3) особо усиленный — двойные траверсы, специальные накладки (фиг. 23), оконечные вязки.

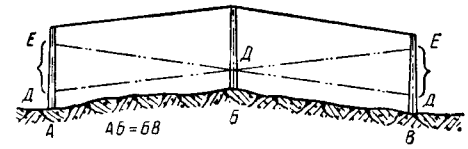


Фиг. 190. Определение величины уклона линии при тяге проводов вверх

Для случая тяги проводов вверх (фиг. 190) величину уклона линии на опоре *Б* определяют визированием через вершины (точки *Д*) опор *А* и *Б* или *Б* и *В* и измерением расстояния *ДЕ* на опоре *А* или *В*, которое и является величиной изменения уклона на опоре *Б* при условии, что $АБ = БВ$.

Если опоры ещё не установлены, то величину уклона определяют при помощи шестов, точки *Д* которых должны быть на одинаковой высоте от поверхности земли.

Для случая тяги проводов вниз (фиг. 191) величина уклона на опоре *Б* может быть определена путём отметки на опорах *А*, *Б* и *В* точек *Д* на одинаковом расстоянии от земли с последующим визированием от опоры *А* или *В* через точку *Д* на опору *Б* и измерением расстояния *ДЕ*, которое и является величиной уклона линии на опоре *Б*.

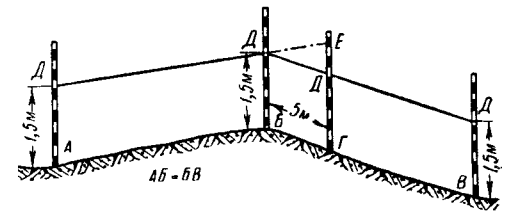


Фиг. 191. Определение величины уклона линии при тяге проводов вниз

В случае резкого уклона линии применяют четыре вехи (фиг. 192), причём на трёх из них в точках *А*, *Б* и *В* делают отметки *Д* примерно на расстоянии 1,5 *м* от земли.

На расстоянии 5 *м* от вехи *Б* по направлению к вехе *В* ставят четвёртую веху *Г* (все четыре вехи в одной вертикальной плоскости).

Визируя через точки *Д* на вехах *А* и *Б*, находят точку *Е* на вехе *Г*, а через точки *Д* на вехах *Б* и *В* находят точку *Д* на вехе *Г*.



Фиг. 192. Определение величины уклона линии при резком снижении её

Расстояние *ДЕ* на вехе *Г* и будет величиной уклона линии.

Допустимая величина уклона линии при различных длинах пролётов для случаев измерения в соответствии с фиг. 190 и 191 приведена в табл. 140; при этом допустимую величину уклона линии *ДЕ* следует выбирать по более длинному пролёту.

Таблица 140

Допустимая величина уклона линии

Способ крепления проводов	Допустимая величина уклона *ДЕ* в *м*	
	при тяге вверх	при тяге вниз
Нормальный	$\frac{1}{30}l$	$\frac{1}{15}l$
Усиленный	$\frac{1}{10}l$	$\frac{2}{10}l$
Особо усиленный . .	$\frac{3}{10}l$	$\frac{3}{10}l$

Примечание. l — длина пролёта.

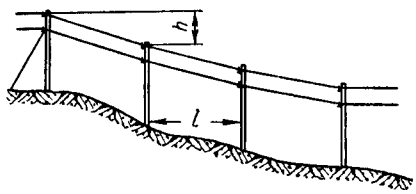
Для случаев с резким уклоном, определяемым в соответствии с фиг. 192, допустимую величину уклона находят по табл. 141.

Таблица 141

Допустимая величина уклона линии при резком уклоне

Способ крепления проводов	Допустимая величина уклона *ДЕ* в *м*	
	БГ=5 *м*	*БГ*=*х м*
Нормальный	0,34	$\frac{1}{10}x$
Усиленный	1,0	$\frac{2}{10}x$
Особо усиленный . .	1,5	$\frac{3}{10}x$

На крутых подъёмах, когда разница высот *h* закрепления проводов на смежных опорах составляет 0,2*l* (*l* длина пролёта) и более, на линиях, несущих 16 проводов и более, опоры укрепляют продольными оттяжками в сторону вершины уклона или подпорами с обратной стороны. При числе опор на уклоне до пяти укреплению подлежит одна опора на вершине уклона (фиг. 193), а при числе опор

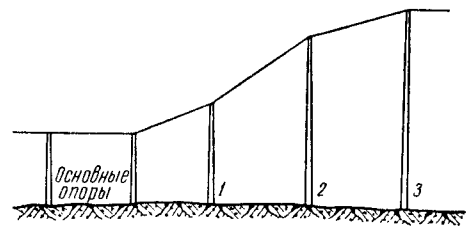


Фиг. 193. Укрепление опоры на вершине уклона (при числе опор на уклоне не более пяти)

на уклоне более пяти укрепляется каждая пятая опора и, кроме того, две опоры на вершине.

При переходе линии с опор нормальной высоты на более высокие опоры (на пересечениях, на удлинённых пролётах) следует применять так называемый ломаный уклон (фиг. 194), который изменяется у каждой опоры.

Высоту опор на ломаных уклонах определяют по табл. 142.

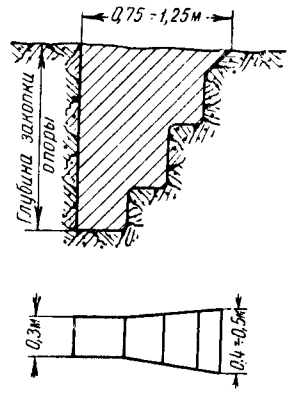


Фиг. 194. Переход линии с нормальных опор на более высокие

Рытьё ям для установки опор

По своей форме ямы должны быть удобны для установки опор (в особенности сложных), а объём вырытой земли должен быть минимальным.

Глубину ям в зависимости от типа линии, категории грунта (см. ТСЖ, т. 5, стр. 555) и типа опор берут по табл. 97—105.



Фиг. 195. Форма ямы для промежуточных опор

Ямы для одинарных опор, вырытые бурильной машиной, ручным буром или ковшом-лопатой, имеют цилиндрическую форму, а при выкапывании ручным способом обычной штыковой лопатой — форму, приведённую на фиг. 195.

Ямы для одинарных промежуточных опор, вырытые штыковой лопатой, располагают так, чтобы их продольные оси совпа-

Таблица 142

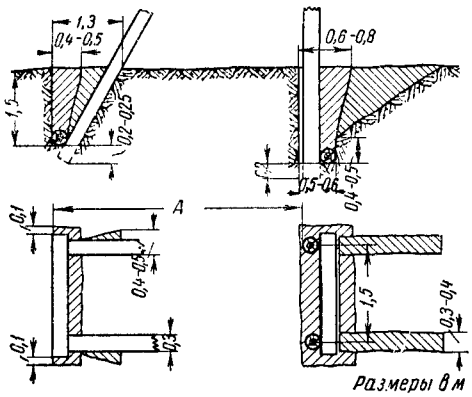
Высота опор на ломаном уклоне

Длина переходных опор в *м*	Длина опор в *м*														
	основных	промежуточных				основных	промежуточных				основных	промежуточных			
		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
11	6,5	8,5	11	—	—	7,5	8,5	11	—	—	8,5	11	—	—	—
13	6,5	8,5	10	13	—	7,5	9,5	11	13	—	8,5	10	13	—	—
15	6,5	8,5	11	15	—	7,5	9,5	11	15	—	8,5	10	13	15	—
17	6,5	8 5	10	13	17	7,5	9,5	11	15	17	8,5	11	13	17	—
19	6,5	8,5	11	15	19	7,5	9,5	11	15	19	8,5	11	13	15	19

дали с направлением линии, а отвесные стенки ям были направлены в разные стороны.

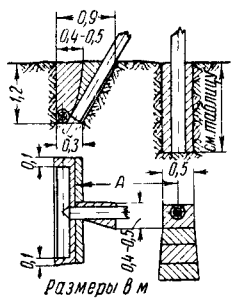
Для одинарных опор, смежных с угловыми и оконечными, ямы роют так, чтобы широкие части их были обращены в сторону угловых или оконечных опор.

Ямы для угловых опор с подпорами и оттяжками роют так, чтобы отвесная часть ямы была направлена в сторону тяжения проводов.



Фиг. 196. Форма ямы для полуанкерной опоры

Форма ямы для полуанкерной опоры изображена на фиг. 196, яму для основных столбов располагают перпендикулярно направлению линии и роют длиннее ригеля на 0,2 *м*, при этом стенку ямы со стороны столбов делают отвесной.



Фиг. 197. Форма ямы для противоветровой опоры

На расстоянии *A* от ямы для основных столбов роют яму для подпор, причём величину *A* в зависимости от высоты полуанкерной опоры берут по табл. 143.

Яму для противоветровой опоры роют в соответствии с фиг. 197.

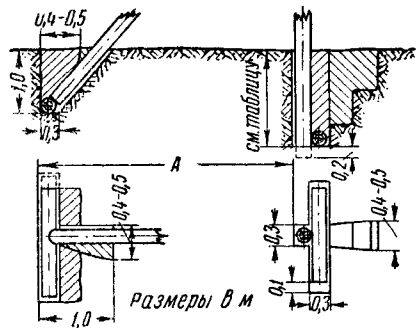
Форма ямы для угловой опоры с подпорой показана на фиг. 198, а расстояние *A* дано в табл. 143.

Таблица 143

Расстояние *A* между ямой для основных столбов и ямой для подпор в *м*

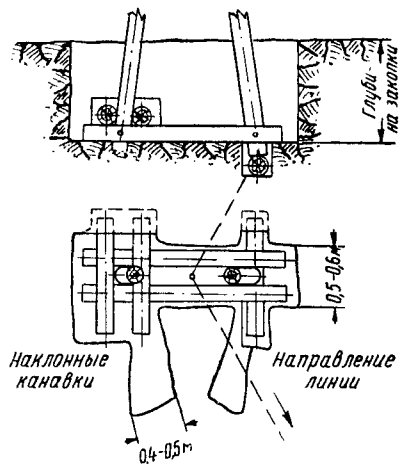
Характеристика опоры	Длина основных вертикальных столбов в *м*		
	6,5	7,5	8,5
Полуанкерная и угловая с подпорой	4	4,75	5,25
Противоветровая	2,3	2,7	3,15

Яму для А-образной угловой опоры располагают по направлению равнодействующей тяжения проводов (фиг. 199), причём колышек, отмечающий точку поворота линии, должен находиться точно в центре ямы.



Фиг. 198. Форма ямы для угловой опоры с подпорой

Форма ям для А-образных силовых и переходных опор ничем не отличается от формы ям для А-образных угловых опор, но продольная часть ямы должна быть направлена вдоль линии (по проводам).



Фиг. 199. Форма ямы для угловой А-образной опоры

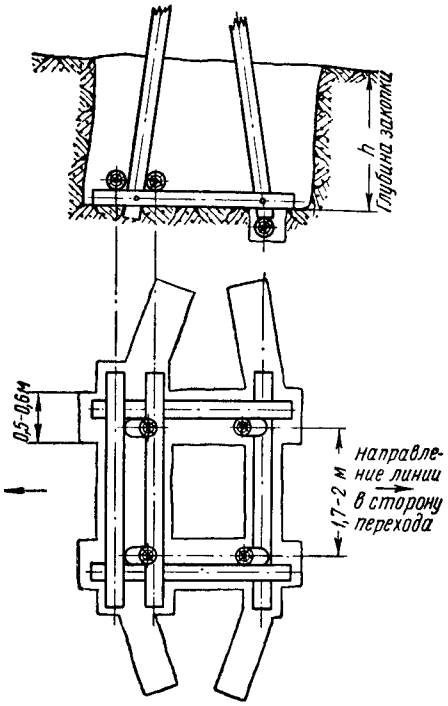
Форма ямы для АП-образной переходной опоры изображена на фиг. 200.

Пропитка столбов, приставок и траверс

Для удлинения срока службы опор, деревянных приставок и траверс производят их пропитку антисептиками. В настоящее время находят применение следующие способы пропитки:

1) заводской способ — пропитка под давлением;
2) способ горяче-холодных ванн;
3) бандажный способ;
4) способ битумной суперобмазки;
5) способ вымачивания.

Пропитка столбов под давлением с применением масляных антисептиков находит наиболее широкое применение. Столбы должны быть перед загрузкой очищены от коры и луба и иметь влажность не более 20%. Подробно об этом способе см. ТСЖ, т. 5, раздел «Шпалопропиточные заводы».



Фиг. 200. Форма ямы для АП-образной опоры

По способу горяче-холодных ванн пропитывают только сосновую и кедровую древесину, влажность которой не превышает 30%; в качестве антисептика применяют креозотовое или антраценовое масло.

Траверсы пропитывают этим способом по всей длине, а столбы и приставки — только в комлевой части на глубину закопки плюс 0,3 *м*.

Пропитку производят в двух или в одной ванне.

Во избежание всплывания траверс их закрепляют сверху прижимными брусьями.

Уровень антисептика должен быть на 10 *см* выше верхнего ряда траверс или подлежащей пропитке комлевой части столбов.

Температура антисептика в горячей ванне должна быть 90 ÷ 105° С, а в холодной 40 ÷ 50° С; при контроле температуры ртутный шарик термометра помещают в ванне на 15 *см* ниже уровня антисептика.

Опоры и приставки выдерживают в горячей ванне не менее 4 час., а траверсы — не менее 2 час.; в холодной ванне древесину выдерживают не менее 2 час.

При пропитке в одной ванне с последующим охлаждением антисептика в ней же, в течение первых 2—3 час., поддерживают температуру 90 ÷ 105° С, затем подогрев прекращают, а древесину оставляют в ванне до следующего дня; вся операция в этом случае длится 16 ÷ 20 час.

После слива антисептика древесину держат в ванне ещё 20÷30 мин., а затем укладывают в штабель.

Пропитку водными антисептиками производят таким же порядком; отличие состоит лишь в температурных режимах; для горячей ванны поддерживают 90 ÷ 95° С, а для холодной 15 ÷ 30° С.

Растворы водных антисептиков должны иметь крепость: для фтористого натрия 3% и для хлористого цинка 4%.

Комель опоры или приставки, пропитанный водным антисептиком, обмазывают битумом (раствор битума в керосине, сольвент-нафте, полихлорид-бензоле) или смолой на глубину закопки плюс 0,3 *м*.

Расход антисептика на 1 $м^3$ древесины составляет: креозотового или антраценового масла 90 *кг*, фтористого натрия 4 *кг*, хлористого цинка 5 *кг*.

Бандажный способ пропитки применяют для защиты наиболее подверженной гниению комлевой части опоры. Этим способом пропитывают опоры и приставки всех пород, кроме дуба, лиственницы и арчи, причём влажность поверхностного слоя древесины в зоне наложения бандажа должна быть не менее 50%.

Опору защищают антисептической пастой с последующим нанесением на неё гидроизоляции.

На комель опоры накладывают один или два бандажа (последнее делается в тех районах, где происходит гниение комля на всю глубину закопки). При наложении двух бандажей антисептиком защищают и торец опоры.

В качестве антисептика применяют уралит, триолит, фтористый натрий или плав фтористого натрия. Основой для гидроизоляции служат бумага, толь или рубероид. Состав пасты приведён в табл. 144.

Размеры бандажа и расход антисептика приведены в табл. 145.

Таблица 144

Состав антисептической пасты

Наименование составляющих	Содержание в %
Уралит, триолит, фтористый натрий	50
Нефтебитум марки 3 или 4	16
Керосин или другой растворитель	16
Вода	18

Расход антисептика на торцевую подкладку 20 ÷ 25 *г*.

В качестве клеящих веществ при изготовлении пасты применяют нефтебитум, растворённый в керосине, зелёном масле, сольвент-нафте и т. п., а также жирную глину с добавкой блаклака или других связующих.

Гидроизоляционный состав для бандажей изготовляют из битума (60% по весу) и его растворителя (40%).

Таблица 145

Размеры бандажей и расход антисептика

Размеры бандажа в *см*		Расход антисептика в *г*		
по высоте опоры	по длине окружности опоры	уралит или триолит	фтористый натрий	плав фтористого натрия
60	До 50	150	180	450
60	65	200	240	600
60	80	250	300	750
60	100	300	360	900

Паста, изготовленная из уралита, триолита и фтористого натрия, может быть нанесена на защищаемую часть столба обмазыванием кистью. Пасту, изготовленную из плава фтористого натрия, трудно наносить непосредственно на столб (из-за большого объёма пасты), поэтому её наносят на гидроизоляционный материал, которым затем и обёртывают столб.

Наложенные на опору бандажи (бандаж) плотно обжимают и прибивают толевыми гвоздями, а края притягивают стальной проволокой диаметром 1—1,5 *мм*. Торцевую подкладку также прибивают толевыми гвоздями.

Бандажи должны быть расположены на комле опоры так, чтобы край верхнего выступал над поверхностью земли на 10 *см*; между бандажами оставляют свободное расстояние 10 *см* (фиг. 201).

В болотистых местах, где опоры гниют только над поверхностью земли, накладывают один бандаж, располагая его в надземной части опоры так, чтобы нижний край бандажа находился над поверхностью земли на 0,1 *м*.

Пропитку опор по способу битумной суперобмазки производят, нанося пасту на комлевую часть опоры на расстоянии 1,2 *м*, с таким расчётом, чтобы после установки опоры в грунт обмазка выступала над поверхностью земли на 10 *см*. Торец опоры также подлежит обмазыванию.

Для суперобмазки применяют битумные или глиняные пасты; в качестве гидроизоляции применяют раствор битума или расплавленный битум.

Примерные данные по расходу пасты из фтористого натрия приведены в табл. 146.

Таблица 146

Расход пасты из фтористого натрия для обмазки одного столба

Диаметр комля столба на уровне закопки в *см*	Состав пасты			Примерный объём пасты в *см*³
	фтористого натрия в *г*	битума в *г*	растворителя в *см*³	
До 22	450	150	150	500
23—27	600	200	200	700
Более 27	750	250	250	800

Уралита или триолита берётся на 20% меньше, чем фтористого натрия; соответственно этому уменьшают количество битума и растворителя.

Для гидроизоляции на одну опору расходуется: раствора битума 800 *г*, расплавленного битума 1 *кг*.

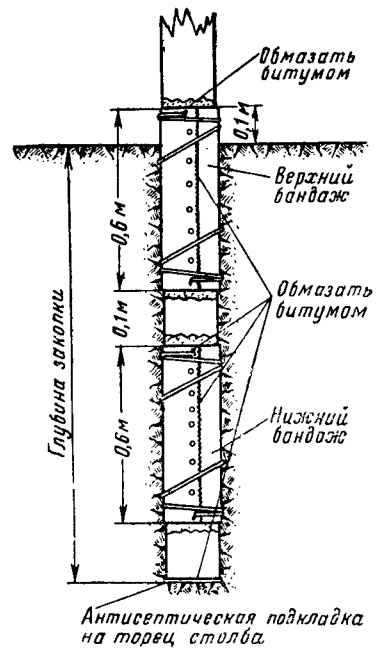
Для нанесения суперобмазки на опору последнюю накатывают на подкладки толщиной около 10 *см* так, чтобы обрабатываемая часть опоры не соприкасалась с ними и с грунтом.

Границы обмазки отмечают по шаблону.

Пасту наносят при помощи кисти.

Последующее нанесение гидроизоляционного слоя производят после затвердевания пасты, т. е. примерно через 8—12 час.

Если необходимо наносить гидроизоляцию, не ожидая затвердевания пасты, то это можно допустить при условии плотного обёртывания обработанной пастой части опоры бумагой (обёрточной) и её укрепления шпагатом. На бумагу немедленно наносят слой гидроизоляции.



Фиг. 201. Опора с двумя бандажами

Вершину опоры и её торец также покрывают пастой и гидроизоляционным составом.

После нанесения гидроизоляции поверхность опоры присыпают сухим песком.

Обработанные таким способом опоры укладывают в штабели и выдерживают около двух месяцев с тем, чтобы антисептик проник в древесину на требуемую глубину; в течение срока выдержки обработанные комли и вершины следует предохранять от нагревания солнцем и высыхания, прикрывая их горбылём, опилками или листвой.

При перевозке опор к местам их установки следует соблюдать осторожность, не допуская повреждений обработанных частей.

Защиту от гниения вершин опор, врубок, затёсов и отверстий для болтов и штырей осуществляют двукратным обмазыванием указанных мест креозотовым или антраценовым маслом или смолами (каменноугольной, фенольной, газогенераторной, древесной или пековой).

В тех районах, где вершины опор подвержены особенно интенсивному загниванию, их защищают бандажным способом, вырезая бандажи по размерам вершины. Бандаж прокалывают примерно в десяти местах и, наложив на вершину, прибивают толевыми гвоздями.

При наличии небольшого количества опор, подлежащих пропитке и имеющих влажность не более 30%, можно осуществлять их антисептирование по способу вымачивания в растворе водорастворимых антисептиков.

Крепость растворов должна быть: для фтористого натрия 3%, для хлористого цинка 4%.

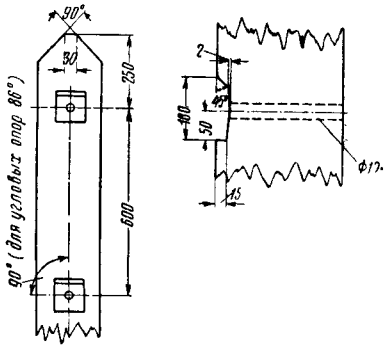
Выдержка древесины в растворе должна продолжаться до поглощения ею требуемой нормы антисептика.

Оснастка опор

Подготовленные к установке столбы должны быть очищены от остатков коры и луба.

Перед установкой опор производят их оснастку; работы по оснастке состоят в затёске вершин, разметке и сверлении отверстий для крюков и траверсных болтов, устройстве врубок под траверсы и верхушечные штыри, ввёртывании крюков, пришивке траверс и их монтаже, установке кронштейнов и накладок в местах скрещивания цепей.

а) **Оснастка опор на линиях связи.** Вершины опор затёсывают на два ската (фиг. 202 и 203) с таким расчётом, чтобы гребни были направлены вдоль линии.

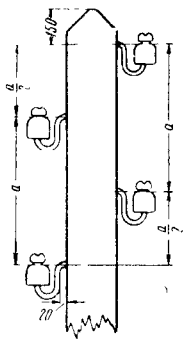


Фиг. 202. Затёска вершины столба и врубки для траверс

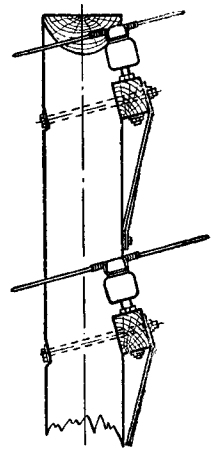
Опоры, имеющие одностороннюю кривизну, затёсывают так, чтобы кривизна была направлена вдоль линии.

На линиях с крюками последние располагают в шахматном порядке, при этом для линий типов О и Н величина шахмата $a = 400$ *мм*, а для линий типов У и ОУ $a = 600$ *мм*.

Глубина отверстия для ввёртывания крюка должна быть на 10 *мм* меньше длины нарезки крюка; после ввёртывания крюка расстояние между крюком и опорой должно быть равно 20 *мм*. На угловых опорах, а также на всех опорах линий типов У и ОУ, крюки ввёртывают вплотную к опоре. При необходимости установки на угловых опорах для каждого провода по два крюка их располагают радиально на расстоянии 100 *мм* друг от друга.



Фиг. 203. Затёска вершины и расположение крюков на опоре

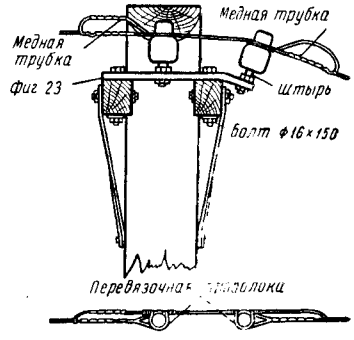


Фиг. 204. Расположение траверс на опоре на уклонах в 20° и более

Врубки под траверсы обмазывают креозотовым маслом.

Установленные траверсы должны быть параллельны между собой и перпендикулярны к оси опор.

На уклонах в 20° и более отверстие для болта и врубки делают под углом к оси опоры равным углу подъёма линии (фиг. 204).



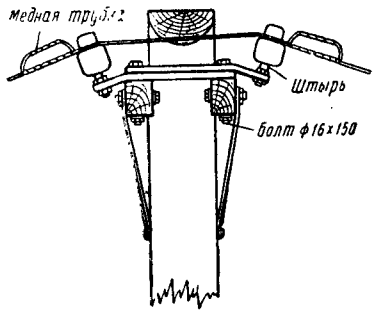
Фиг. 205. Особо усиленная конструкция крепления провода при односторонней тяге вниз

На участках линии с резкими уклонами крепление проводов на опорах следует осуществлять тремя способами: нормальным, усиленным и особо усиленным. Применение того или иного способа зависит от величины уклона линии (см. табл. 141). Нормальный способ ничем не отличается от способа крепления проводов на одинарных промежуточных опорах. Усиленный способ состоит в при-

менении двойных траверс, укрепляемых четырьмя подкосами.

Особо усиленный способ отличается от усиленного тем, что, кроме двойных траверс, применяют ещё специальные накладки (см. фиг. 23).

При односторонней тяге проводов вниз накладку устанавливают так, как это показано на фиг. 205. При односторонней

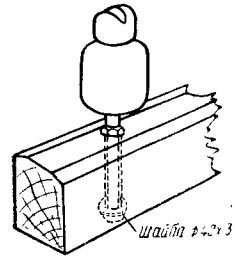


Фиг. 206. Особо усиленная конструкция крепления провода при двусторонней тяге вниз

тяге вверх специальную накладку повёртывают обратной стороной. При двусторонней тяге проводов вниз устанавливают две накладки (фиг. 206).

При двусторонней тяге вверх накладки крепят так, чтобы концы их были направлены вверх.

Крепление штырей в траверсах на промежуточных и полуанкерных опорах, а также на угловых опорах с нормальным вылетом до 5 *м* производят в соответствии с фиг. 207. На угловых опорах при вылетах более указанного, а также на опорах, оборудуемых двойными траверсами (кроме полуанкерных), и на опорах удлинённых пролётов, превышающих нормальные пролёты от 20 до 50%, штыри крепят, подкладывая по обеим сторонам траверсы по одной квадратной шайбе.



Фиг. 207. Крепление штыря на промежуточной опоре

На промежуточных опорах и угловых опорах с нормальным вылетом до 5 *м* одинарные траверсы крепят в соответствии с фиг. 208.

На угловых опорах с нормальным вылетом от 5 до 7,5 *м*, на опорах пролётов, удлинённых более чем на 20% и до 50% против нормального, и на контрольных опорах устанавливают одинарные траверсы с четырьмя подкосами.

Двойные траверсы (фиг. 209) устанавливают в следующих случаях:

1) на угловых опорах при нормальном вылете в 7,5 *м* и более;

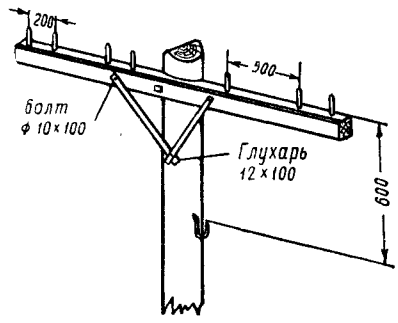
2) на вводных опорах и смежных с вводными;

3) на опорах удлинённых пролётов, превышающих нормальные пролёты более чем на 50%;

4) на переходных опорах при пересечении электрифицированных железных дорог, железных дорог с паровой тягой, шоссейных дорог и автострад;

5) на кабельных и других специальных опорах.

На городских участках, где из-за наличия узких тротуаров нельзя соблюсти габарит

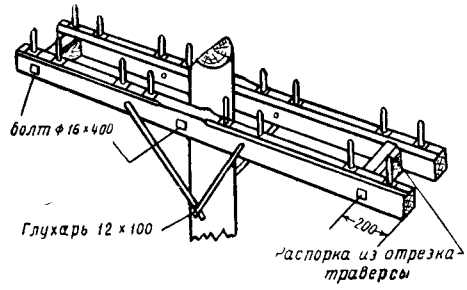


Фиг. 208. Крепление деревянных траверс на промежуточной опоре

между зданиями и траверсами, следует применять неравноплечие траверсы.

б) **Оснастка и монтаж опор на высоковольтно-сигнальных линиях.** Оснастка верхней части силовых А-образных опор на один линейный трансформатор изображена на фиг. 210.

Оснастка и оборудование разрезных опор отличаются от оснастки обычных промежуточных опор наличием кабельного ящика и



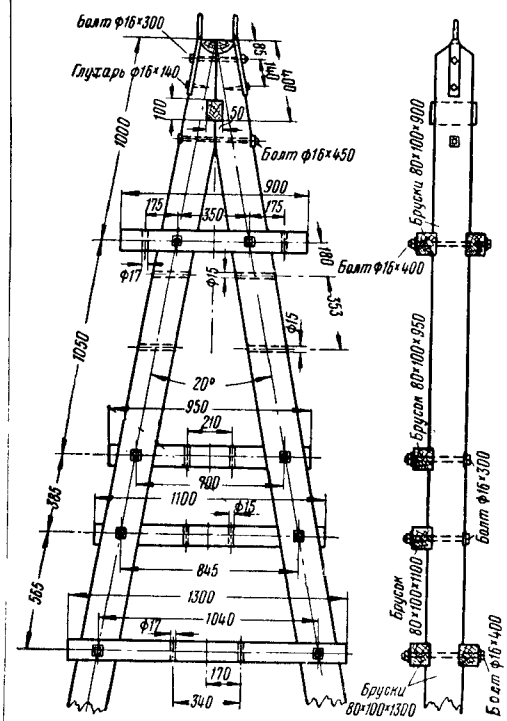
Фиг. 209. Крепление двойной траверсы на одинарной опоре

накладок на сигнальной траверсе для разреза сигнальных проводов. Устанавливать разрезные опоры на углах не разрешается.

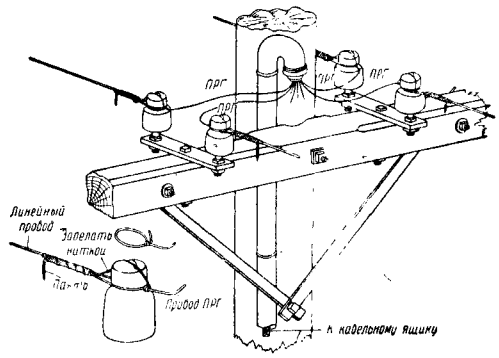
Сигнальные провода, подлежащие разрезу, разделываются так, как показано на фиг. 211.

Часть сигнальных проводов, проходящих на прямую, монтируют не на накладках, а на штырях ШТ-2Д.

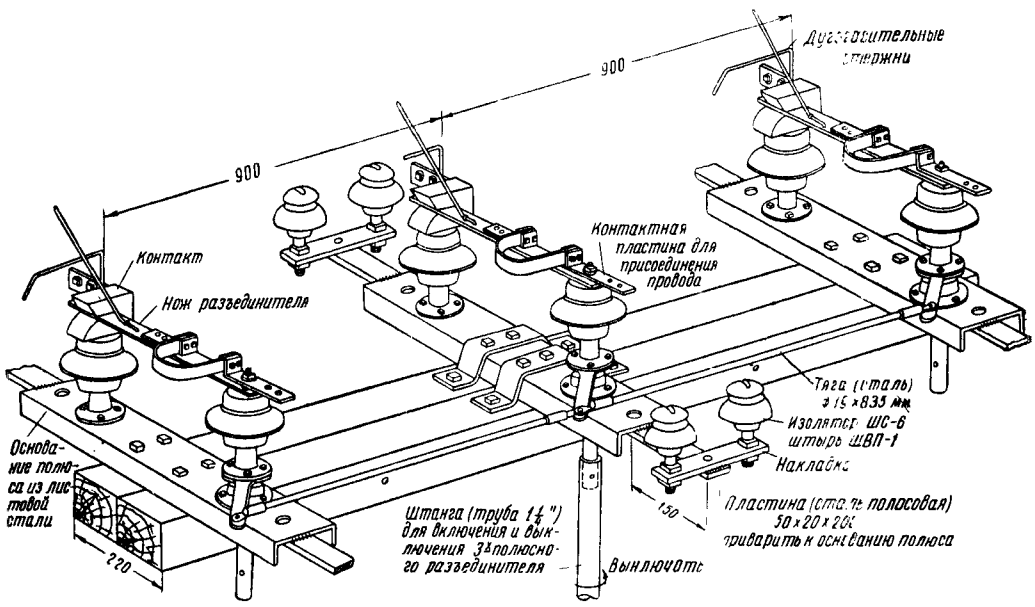
Трёхполюсный секционный разъединитель типа РЗН-$Г_2$ - 10/600 укрепляют на вершине одиарной опоры на двух брусьях (фиг. 212); основание каждой фазы крепят к брусьям четырьмя болтами.



Фиг. 210. Оснастка верхней части А-образной силовой опоры с высоковольтным оборудованием на один трансформатор типа ОМ



Фиг. 211. Монтаж сигнальных проводов при их разрезе и ответвлении



Фиг. 212. Общий вид трёхполюсного разъединителя типа РЗН-г$_2$-10/600, смонтированного на одинарной промежуточной опоре

Для установки брусьев вершину опоры затёсывают, как показано на фиг. 213; в середине брусьев по размерам шипа вырезают отверстие. Оба бруса прошивают насквозь болтом вместе со связывающими скобами; нижние части скоб крепят к опоре ещё двумя болтами.

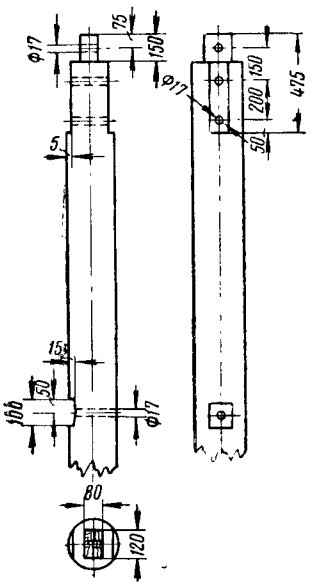
Разъединитель типа ТВ-102 крепят на двух брусках, которые в свою очередь покоятся на двух поддерживающих брусках.

Затёску вершины опоры и врубки выполняют с расчётом плотной подгонки основных и поддерживающих брусков (фиг. 214).

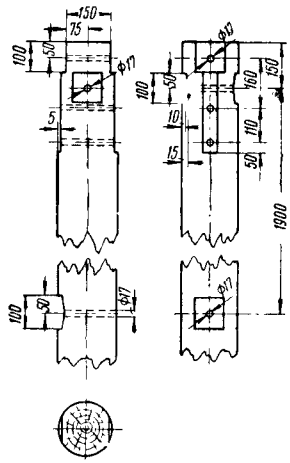
Подкосы применяют нормального типа.

Общий вид смонтированного разъединителя ТВ-102 изображён на фиг. 215.

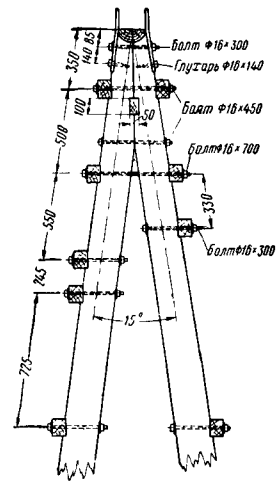
Оснастка верхней части АП-образной опоры для перехода воздушной линии в кабель изображена на фиг. 216.



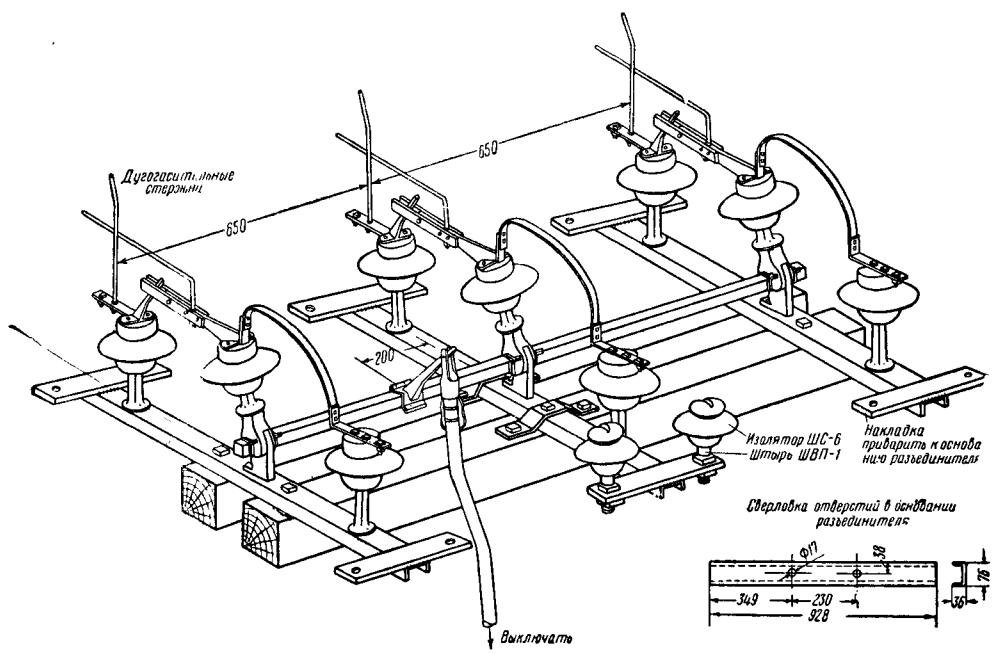
Фиг. 213. Затёска вершины опоры для установки разъединителя типа РЗН-Г$_2$-10/600



Фиг. 214. Затёска вершины опоры для установки разъединителя типа ТВ-102



Фиг. 216. Оснастка верхней части АП-образной опоры для перехода воздушной линии в кабель



Фиг. 215. Общий вид смонтированного разъединителя типа ТВ-102

Высоковольтное оборудование этой опоры укрепляют на деревянных брусках.

Как высоковольтные, так и сигнальные провода на переходной опоре должны иметь оконечную заделку.

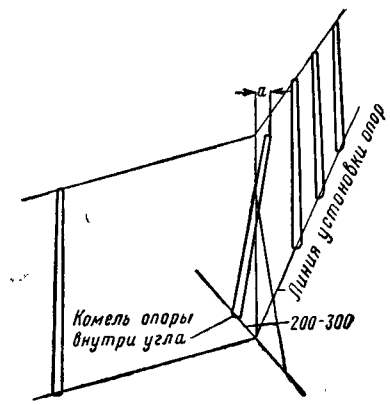
Установка и укрепление опор

Работа по установке опор является одной из наиболее трудоёмких, и поэтому при её выполнении особенно эффективным является использование различных машин и приспособлений, начиная от таких совершенных агрегатов, как краны-столбоставы, и кончая более простыми механизмами типа падающей стрелы (см. ниже «Механизация линейных работ»). Однако в ряде случаев оказывается необходимым устанавливать опоры ручным способом, используя при этом рогачи, или багры.

После подъёма опоры её кантуют с таким расчётом, чтобы крюки и траверсы были расположены перпендикулярно направлению линии.

Засыпку ямы производят слоями по 15—20 *см*, плотно утрамбовывая грунт; излишек грунта насыпают вокруг опоры в виде конусообразного возвышения и также утрамбовывают его. В болотистых грунтах, где невозможно вырыть яму, установку опор производят по способу закачивания.

Установку угловой опоры производят тем же порядком, какой принят для промежуточных опор, но с той лишь разницей, что угловой опоре дают наклон в сторону, противоположную направленню равнодействующей натяжения проводов (фиг. 217). Для этого комель угловой опоры устанавливают внутри угла на расстоянии 200—300 *мм* от вершины угла.



Фиг. 217. Установка угловой опоры

При укреплении угловых опор оттяжками величину *a* (фиг. 217) берут равной диаметру опоры в вершине; при укреплении опор подпорами, а также при установке опор в каменистых и скалистых грунтах наклона опоры не делают.

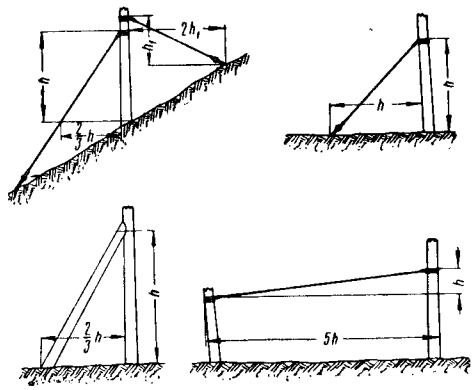
Определение отношения основания оттяжки (или подпоры) к её высоте для различных случаев установки угловых опор производят в соответствии с фиг. 218.

Оттяжки делают из стальной линейной проволоки диаметром 4 и 5 *мм*.

Число проволок в оттяжке можно определить по формуле

$$n = \frac{Fm}{k},$$

где n — число проволок в оттяжке;
F — сумма площадей сечений всех проводов, подвешенных на укрепляемой опоре, в $мм^2$;
m — вылет угла в *м*;
k — коэфициент, зависящий от типа линии и определяемый по табл. 147.



Фиг. 218. Определение отношения основания оттяжки (или подпоры) к высоте её

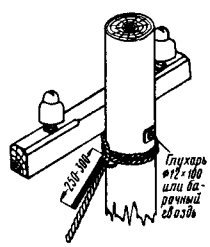
Таблица 147

Значения коэфициента *k*

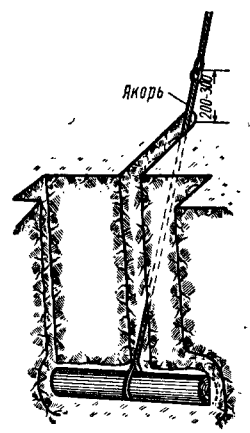
Тип линии	Оттяжка из стальной линейной проволоки диаметром в *мм*	
	4	5
О и Н . .	350	550
У	200	310
ОУ	160	240

Если по расчёту будет получено число проволок в оттяжке меньше двух, то оттяжку изготовляют из двух проволок. Применяют также оттяжки из стальных канатов (тросов).

Способ заделки оттяжки на опоре показан на фиг. 219.



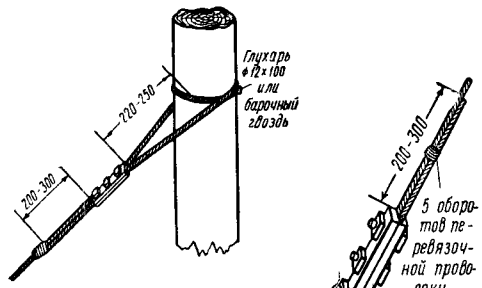
Фиг. 219. Заделка оттяжки на опоре



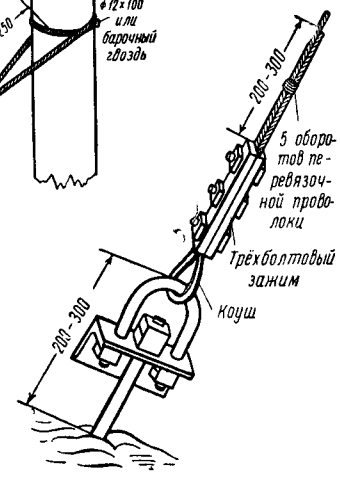
Фиг. 220. Заделка оттяжки за якорь

При числе проводов до шести оттяжку можно укреплять скобами из линейной проволоки. Крепление нижнего конца проволочной оттяжки к якорю производят так, как указано на фиг. 220.

В случае устройства оттяжки из стального каната её заделку на опоре осуществляют, как указано на фиг. 221, а прикрепление к якорному стержню, — как указано на фиг. 222.



Фиг. 221. Крепление оттяжки из стального каната к опоре



Фиг. 222. Крепление оттяжки из стального каната к якорному стержню

Якорный жгут свивают из таких же стальных проволок, из которых делают оттяжку, причём число проволок в жгуте берут на две-три больше числа проволок в оттяжке.

Размеры лежней и глубину их закопки берут из табл. 148.

В скалистых грунтах оттяжки прикрепляют к стальным стержням, заложенным в выбитое для них отверстие (фиг. 223). Свободное пространство в отверстии заделывается цементным раствором с соотношением цемента к песку 1 : 3.

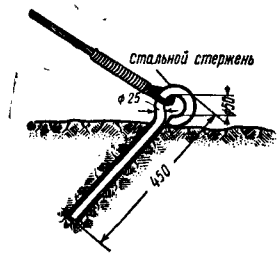
В слабых грунтах для закрепления оттяжки применяют систему из трёх лежней (фиг. 224).

Таблица 148

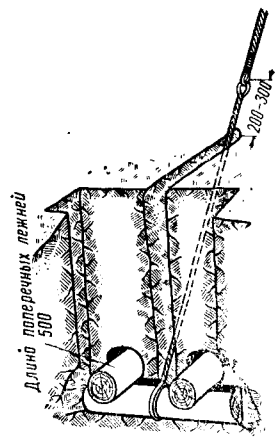
Размеры лежней и глубина их закопки

Количество оттяжек	Суммарное количество проволок в оттяжке		Размеры якорного стержня		Длина лежня в *м*	Наименьший диаметр лежня в *см*	Глубина закопки лежня в *м*
	диаметр проволок в *мм*		диаметр в *мм*	длина в *м*			
	4	5					
1	3	2	10	1,8	1,2 1,0	15 15	1,1 1,2
1	6	4	15	2,1	1,2 1,0	18 18	1,2 1,3
1	—	6	15	2,1	1,5 1,2	20 20	1,3 1,4
2	6	4	15	2,1	1,5 1,3	20 20	1,4 1,5

В тех случаях, когда невозможно уложить лежень перпендикулярно к оттяжке, его укладывают вдоль.

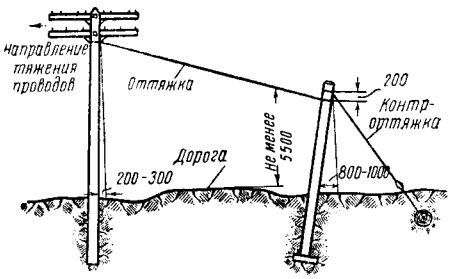


Фиг. 223. Крепление якоря в скалистом грунте



Фиг. 224. Заделка якоря в слабых грунтах

В случае необходимости поднять оттяжку над дорогой или каким-либо сооружением применяют оттяжные столбы (фиг. 225).



Фиг. 225. Устройство оттяжного столба

Подвеска и регулировка проводов

Перед подвеской проводов производят размотку проволоки при помощи тамбуров (см. ТСЖ, т. 3, стр. 707); при одновременной подвеске двух проводов их размотку следует вести сразу с двух тамбуров.

Стальную проволоку перед подвеской вытягивают (вытягивание проволоки из цветных металлов не допускается; неровные места и изгибы её выравнивают деревянным молотком на доске).

При вытягивании стальной проволоки концы её зажимают в блочные лапки (фиг. 226)

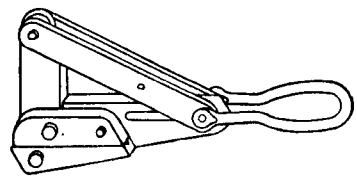
Усилия, возникающие в проволоке при её вытягивании, контролируют при помощи

динамометра. Величины усилий не должны превосходить данных, приведённых в табл.149.

Таблица 149

Допускаемые усилия при вытягивании проволоки

Диаметр проволоки в *мм*	Допускаемое усилие в *кг*
5	350
4	230
3	130



Фиг. 226. Лапка для натяжки проводов

Соединение концов стальных проводов производят при помощи электросварки или термитно-муфельной сварки.

Для электросварки применяют агрегат типа ОСП-2, основными элементами которого являются:

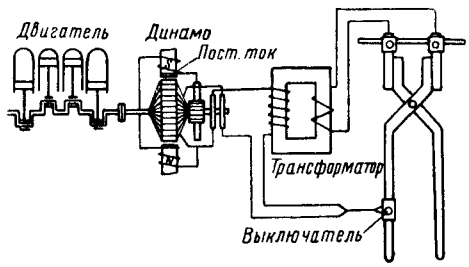
1) одноцилиндровый четырёхтактный вертикальный двигатель внутреннего сгорания типа Л-3 или Б-3 мощностью 3 *л. с.*; расход на 1 *л. с.* в час составляет 350 *г* бензина и 15—20 *г* автола;

2) генератор постоянно-переменного тока мощностью 2 *квт*, напряжением переменного тока 115 *в*, 300 *гц*, 3 000 об/мин.;

3) трансформатор, соединённый со стороны первичной обмотки панцырным проводом (4 *мм*²) с генератором, а со стороны вторичной обмотки проводом сечением 100 *мм*²— с тисками;

4) электросварочные тиски.

Схема соединения элементов агрегата изображена на фиг. 227; вес агрегата около 80 *кг*.



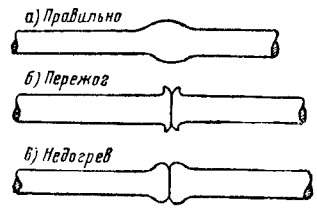
Фиг. 227. Схема электросварочного агрегата ОСП-2

Электросварку при помощи агрегата ОСП-2 можно производить как на земле, так и на лестницах.

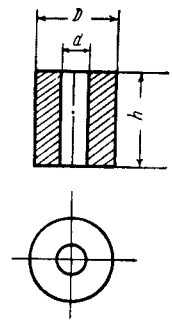
Перед сваркой торцы проводов тщательно подравнивают напильником до получения ровных поверхностей под прямым углом.

Тиски накладывают с таким расчётом, чтобы каждый конец провода выступал из тисков на величину диаметра провода.

Сварка продолжается 4—10 сек.; после её окончания двигатель выключают. В месте стыка должно получиться надёжное соединение металла с равномерным и без трещин утолщением в виде ободка с ровной поверхностью (фиг. 228, *а*). Если на ободке получаются выступы в виде зубчатки (фиг. 228, *б*), то это служит признаком пережога, а если появляется полоса впадин (фиг. 228, *в*) — признаком недогрева; в обоих последних случаях сварки переделывают.



Фиг. 228. Внешние признаки качества электросварки



Фиг. 229. Термитно-муфельная шашка

Термитно-муфельную сварку по способу, разработанному ЦНИИ МПС в 1944 г., осуществляют при помощи термитно-муфельных шашек (фиг. 229), размеры и вес которых приведены в табл. 150.

Таблица 150

Размеры и вес термитно-муфельных шашек

Размеры в *мм*				Вес в *г*
диаметр свариваемого провода	*D*	*h*	*d*	
5	21,5	23,5	5,2	16
4	17,5	20	4,2	9
3	12,5	17	3,2	3,5

Воспламенение шашек производят при помощи специальных термитных спичек. Самую сварку осуществляют при помощи специальных клещей (фиг. 230).

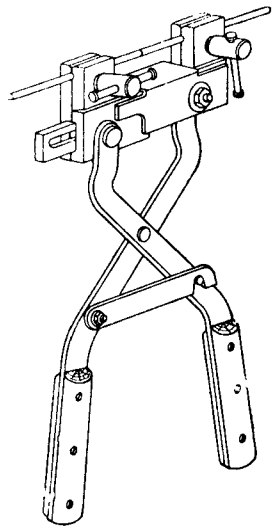
Соединение проводов при этом способе получается за счёт нагрева места стыка горящей шашкой, которая при сгорании не плавится и не разбрызгивается, а, оставаясь на проводе в виде раскалённой массы, сохраняет свою первоначальную форму, образуя своеобразную печь-муфель (фиг. 231).

Внешний вид сварок приведён на фиг. 232; неправильная сварка получается при недостаточном сжатии клещей (фиг. 232, *б*) или в результате преждевременного сжатия клещей (фиг. 232, *в*).

Качество сварки подвешенных проводов проверяют резким отпусканием блоков, а при сварке на земле — вытягиванием провода.

Концы стальных высоковольтных проводов принято соединять простой спайкой (фиг. 233).

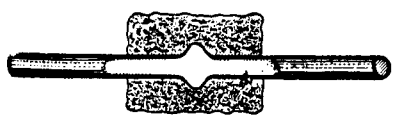
Соединение концов медных и биметаллических проводов производят при помощи медных овальных трубок с использованием



Фиг. 230. Клещи для термитно-муфельной сварки проводов

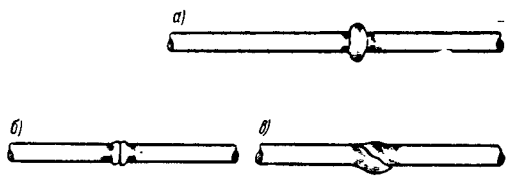
вильчатого клупа и ключа, как показано на фиг. 234.

При помощи ключа, установленного на середине трубки, делают полтора оборота Размеры и вес трубок указаны в табл. 151



Фиг. 231. Разрез муфеля и сваренного провода

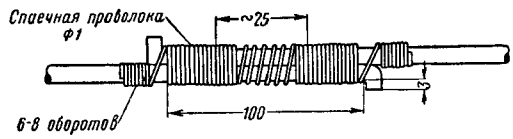
Подвеску провода начинают с того, что провод закрепляют оконечной вязкой на начальной опоре и затем уклады-



Фиг. 232. Внешние признаки качества термитно-муфельной сварки проводов: *а*—правильно; *б* и *в*— неправильно

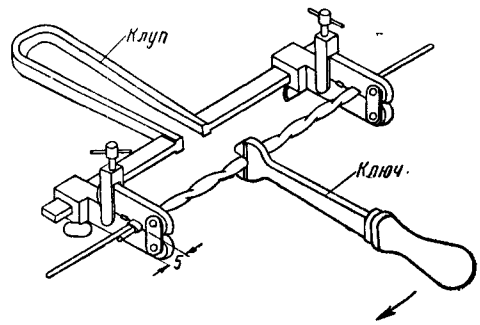
вают его в желобки изоляторов следующих опор. Одновременно с этим проверяют прочность насадки изоляторов и подготовляют вязки проводов. Запрещается класть провода (особенно цветные) на крюки и стальные траверсы.

Когда провод будет на протяжении 6—8 пролётов уложен на изоляторы, его натягивают и регулируют при помощи блоков до требуемой стрелы провеса.



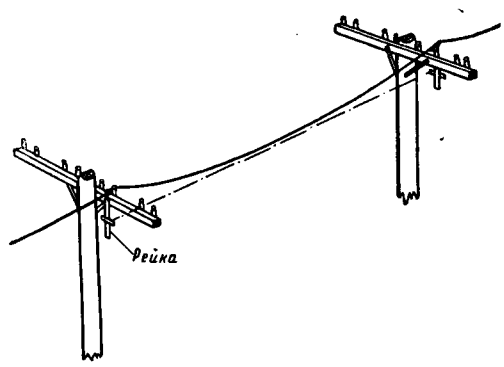
Фиг. 233. Спайка проводов

При регулировании стрелы провеса проводов применяют рейки, как показано на фиг. 235.



Фиг. 234. Клуп и ключ для соединения проводов при помощи медных трубок

Уточнение стрелы провеса провода после его регулировки может быть произведено подсчётом числа его колебаний. Для этого про-



Фиг. 235. Регулирование провода

Таблица 151

Размеры и вес медных трубок

Размеры в *мм*				Вес в *г*
диаметр линейного провода	внутреннее отверстие	толщина стенок	длина трубок	
4	4,4×9,3	0,75	150	27
3,5	3,8×8,1	0,75	150	23
3	3,3×7,0	0,60	150	12

воду в одном из пролётов сообщают при помощи шеста колебательное движение в горизонтальной плоскости; в момент, когда провод займёт одно из крайних положений, включают секундомер (или замечают положение секундной стрелки на часах) и начинают отсчёт числа колебаний.

Одно колебание считается, если провод из крайнего положения пройдёт в другое крайнее положение и снова возвратится в начальное положение.

Узнав число колебаний n в одну минуту, по табл. 152 определяют стрелу провеса провода.

Таблица 152

Величина стрелы провеса в зависимости от числа колебаний провода

Число полных колебаний n в минуту	Стрела провеса f в *см*	n	$f_{см}$	n	$f_{см}$	n	$f_{см}$
25	176	51	42	77	18,6	106	9,8
26	163	52	41	78	18,1	108	9,4
27	151	53	39	79	17,7	110	9,1
28	140	54	37,7	80	17,2	112	8,8
29	131	55	36,4	81	16,8	114	8,5
30	122	56	36,1	82	16,4	116	8,2
31	114	57	34	83	16	118	7,9
32	107	58	32 7	84	15,6	120	7,6
33	101	59	31,6	85	15,2	125	7,0
34	96	60	30,5	86	14,9	—	—
35	90	61	29,6	87	14,5	—	—
36	85	62	28,6	88	14,2	—	—
37	80	63	27,7	89	13,9	—	—
38	76	64	26,9	90	13,5	—	—
39	72	65	26	91	13,3	—	—
40	69	66	25,3	92	13	—	—
41	65,5	67	24,5	93	12,7	—	—
42	64	68	23,6	94	12,5	—	—
43	59,4	69	23,1	95	12,2	—	—
44	57	70	22,4	96	12	—	—
45	54	71	21,8	97	11,7	—	—
46	52	72	21,2	98	11,5	—	—
47	50	73	20,6	99	11,2	—	—
48	48	74	20,1	100	11	—	—
49	46	75	19,1	102	10,6	—	—
50	44	76	29	104	10,2	—	—

По способу колебаний удобно определять стрелы провеса проводов на неровной местности с уклоном линии, превышающим 20°.

После того как один провод (при подвеске на траверсах) или два провода (при подвеске на крюках) будут отрегулированы и закреплены, остальные провода регулируют по ним с таким расчётом, чтобы все они были параллельны друг другу (разность в стрелах не должна превышать 3 *см*), за исключением тех пролётов, где отдельные провода имеют скрещивания на Г-образных кронштейнах или по способу штырь-крюк.

Последнюю опору, на которой закрепляют провода до снятия блоков, необходимо укреплять временной оттяжкой, снимаемой после натяжения проводов в следующих пролётах.

При подвеске проводов с одной стороны траверсы та сторона её, на которой они подвешиваются, укрепляется на последней опоре временной оттяжкой.

Монтажные стрелы провеса проводов на линиях связи в зависимости от температуры и длины пролёта должны соответствовать данным табл. 153.

Таблица 153

Монтажные стрелы провеса проводов на линиях связи

t°C	Стрела провеса в *см* при длине пролёта в *м*								
	35	40	41,67	45	50	55	60	62,5	65
—40	7,5	10,0	11,0	12	15	17	23	25	28
—35	8,0	10,5	11,5	13	16	19	25	27	30
—30	8,5	11,5	12,5	14	17,5	21	27	29	32
—25	9,0	12,5	13,5	15	18,5	22,5	29	31	34
—20	10	13,5	14,5	16	20	24	31	33	36
—15	11	14,5	15,5	17,5	21,5	26	33	35	39
—10	12	15,5	17	19	23,5	28	36	39	42
— 5	13	17	18,5	20,5	25,5	30	39	42	46
0	14,5	19	20,5	22,5	28	34	43	46	50
+ 5	16	21	23	24,5	30,5	37	47	50	55
+10	17,5	23	25	27	33,5	40,5	51	55	60
+15	20	26	28	30	37	45	55	60	65
+20	22	29	31,5	33	41	49,5	60	65	70
+25	25	32,5	35	36,5	45	55	65	70	76
+30	27,5	36	39	40	49	59,5	70	76	82
+35	30,5	40	43	44	54	65,5	76	81	88
+40	33,5	44	47,5	48,5	58	70	81	87	95

Ввиду того что запас прочности проводов силовой цепи автоблокировки, подвешиваемых на объединённых линиях связи и СЦБ, должен быть несколько выше, чем у проводов связи, соответственно должны быть увеличены монтажные стрелы провеса проводов силовой цепи, которые следует брать по табл. 154.

Таблица 154

Монтажные стрелы провеса медных проводов силовой цепи автоблокировки на объединённых линиях связи и СЦБ

Длина пролёта в *м*	Стрела провеса в *см* при температуре в °С								
	—40	—30	—20	—10	0	+10	+20	+30	+40
35	11,5	13,5	17,0	21,5	27,5	34,5	41,5	48,5	52
40	15	18	22	27,5	34	42	50	57	61
50	23	27,5	33,5	40,5	49	57,5	67	76	83

Стрелы провеса высоковольтных и сигнальных проводов, подвешиваемых на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки, следует брать из табл. 155, 156 и 157.

Вязки и крепления проводов на изоляторах

Вязку проводов на изоляторах производят перевязочной проволокой (табл. 11); вязка должна быть прочной во избежание перехода проводов из одного пролёта в другой или срыва проводов с изоляторов.

Вязку проводов на линиях связи и высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки на прямых участках линий выполняют двумя кусками перевязочной проволоки, как показано на фиг. 236.

Таблица 155

Стрелы провеса проводов на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки, тип линии Н

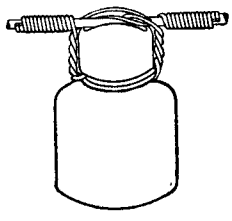
t°C	Стрела провеса в *см* при длине пролёта в *м*						
	25	30	35	40	45	50	60
−40	4	5,5	7,5	10	12,5	19,5	33
−30	4,5	6	9	11,5	15	23,5	39
−20	6	7,5	10,5	14	17,5	29	45
−15	6,5	8,5	11,5	15,5	19	32	49
−10	7	9,5	13	17	21	35	54
− 5	8	10,5	14,5	19	24	38,5	58
0	9,5	12	16	21	26	42	63
+ 5	11,5	14	18,5	24	29	46	67
+10	13	16	21	27	32	50	71
+15	15	19	23,5	30	36	53	75
+20	18	22	26,5	33	39	57	80
+25	20	24	29,5	36,5	43,5	61	84
+30	22,5	27	33	40	46	65	88
+40	27	32	38	46	53	71,5	95

Таблица 156

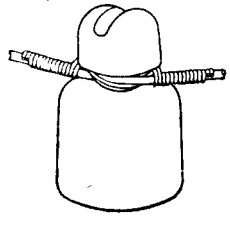
Стрелы провеса проводов на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки, тип линии У

t°C	Стрела провеса в *см* при длине пролёта в *м*						
	20	25	30	35	40	45	50
−40	2,5	4,5	6	9	18	32	53
−30	3	5	7	11	22	39	61
−20	3,5	6	8,5	13	28	46	63
−15	4	6,5	9	15	31	49	71
−10	4,5	7	10	17	34	53	75
− 5	5	8	12	19	37	56	78
0	6	9,5	14	22	41	59	81
+ 5	7,5	11,5	16	24	44	63	84
+10	8,5	13	18	27	47	66	87
+15	10	15	21	30	50	69	90
+20	11,5	18	23	33	53	72	93
+25	14	20	26	36	56	75	96
+30	16	22,5	29	39	59	77	99
+40	20	27	35	45	64	83	103

Вязку проводов на линиях связи на угловых опорах выполняют при помощи двух кусков перевязочной проволоки, как показано на фиг. 237.



Фиг. 236. Вязка проводов на промежуточной опоре



Фиг. 237. Вязка проводов на угловой опоре

Оконечную заделку стальных проводов связи на одном штыре или крюке на оконечных и контрольных опорах, а также сигнальных проводов на разрезных опорах производят, как указано на фиг. 238.

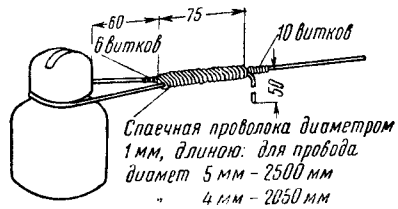
Таблица 157

Стрелы провеса высоковольтных[1] проводов на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки, тип линии ОУ

t°C	Стрела провеса в *см* при длине пролёта в *м*						
	20	25	30	35	40	45	50
−40	3	6	19	37	69	101	131
−30	3,5	8	24	42	74	105	135
−20	4	11	29	47	78	109	139
−15	4,5	13	32	50	81	111	141
−10	5	15	35	52	83	113	143
− 5	6	17	37	55	85	115	145
0	7,5	20	39	57	87	117	147
+ 5	8,5	22	42	59	89	119	149
+10	10	24	44	61	91	120	150
+15	12	27	46	63	92	122	152
+20	14	29	48	65	94	124	154
+25	16	31	50	67	96	126	156
+30	18	33	52	69	99	128	158
+40	22	36	55	74	102	131	161

[1] Стрелы провеса сигнальных проводов, подвешиваемых на линиях типа ОУ, берут из табл. 156.

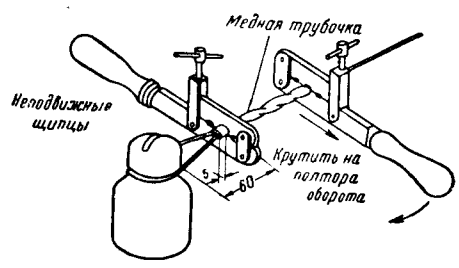
Оконечную заделку проводов из цветного металла на одном штыре или крюке на линиях связи производят при помощи мед-



Фиг. 238. Оконечная заделка стальных проводов на одном крюке или штыре

ных трубочек (фиг. 239).

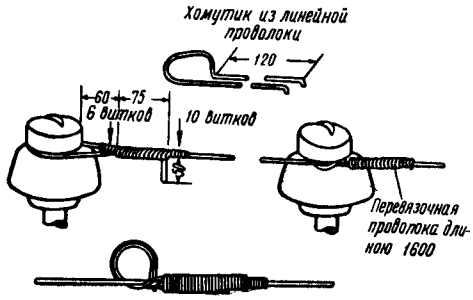
В случае отсутствия медных трубочек провод заделывают с применением медной или биметаллической перевязочной проволоки, как указано на фиг. 238.



Фиг. 239. Оконечная заделка проводов из цветного металла на одном крюке или штыре

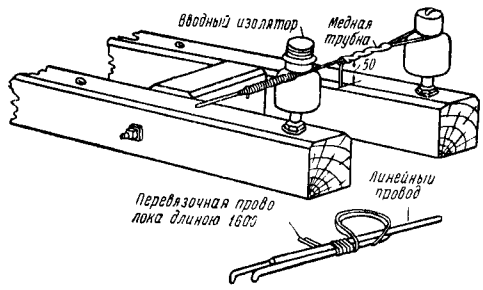
Оконечная заделка стальных проводов на двойных траверсах на линиях связи и высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки

производится так, как указано на фиг. 240 с применением хомутика из линейной проволоки.



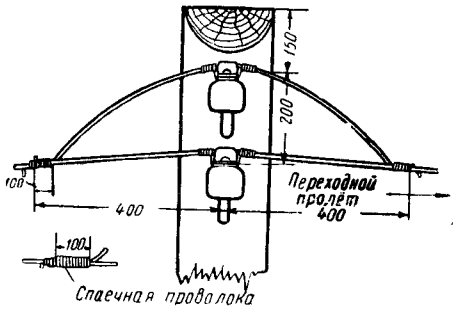
Фиг. 240. Оконечная заделка стальных проводов на двойных траверсах

Оконечную заделку проводов из цветного металла на линиях связи на двойных траверсах производят в соответствии с фиг. 241.



Фиг. 241. Оконечная заделка проводов из цветного металла на двойных траверсах

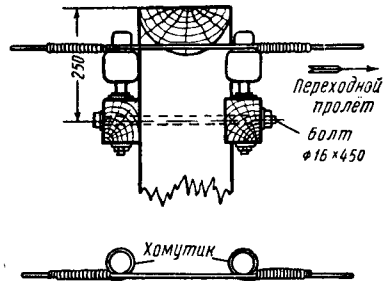
Крепление проводов на переходных опорах и опорах удлинённых пролётов на линиях связи производят по способу двойного подвешивания для линий с крюками (фиг. 242) и на двойных траверсах при помощи хомутов — для линий с траверсами (фиг. 243).



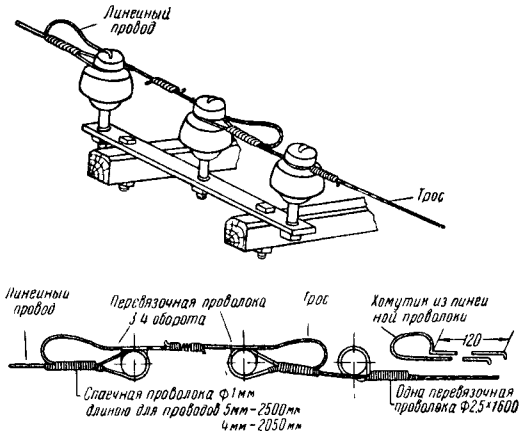
Фиг. 242. Крепление провода на крюках способом двойного подвешивания

Соединение линейных проводов с тросом при переходе через полотно электрифицированных железных дорог, а также на опорах удлинёниых пролётов производят в соответствии с фиг. 244 при помощи трёхштырных накладок.

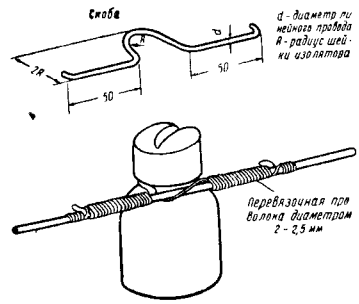
В тех районах, где имеет место вибрация проводов, следует применять специальную рессорную вязку.



Фиг. 243. Крепление провода на двойных траверсах при помощи хомутиков



Фиг. 244. Соединение линейных проводов с тросом



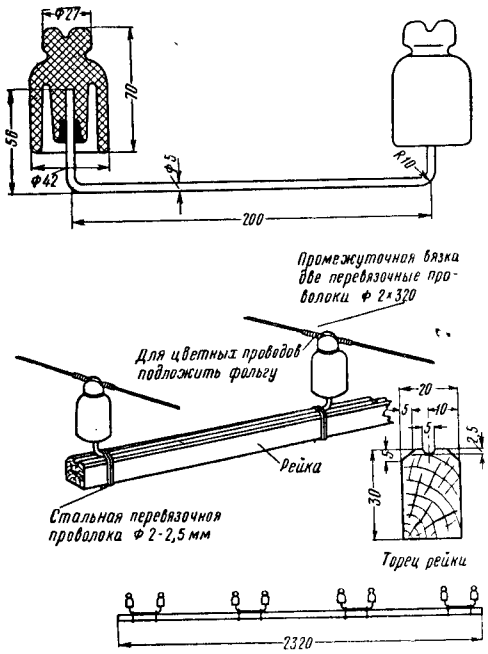
Фиг. 245. Специальная вязка проводов по способу Котлярова

На вновь строящихся линиях следует применять вязку проводов по способу Котлярова (фиг. 245) с применением специальной скобы, изготовляемой из проволоки того же материала и диаметра, что и линейный провод.

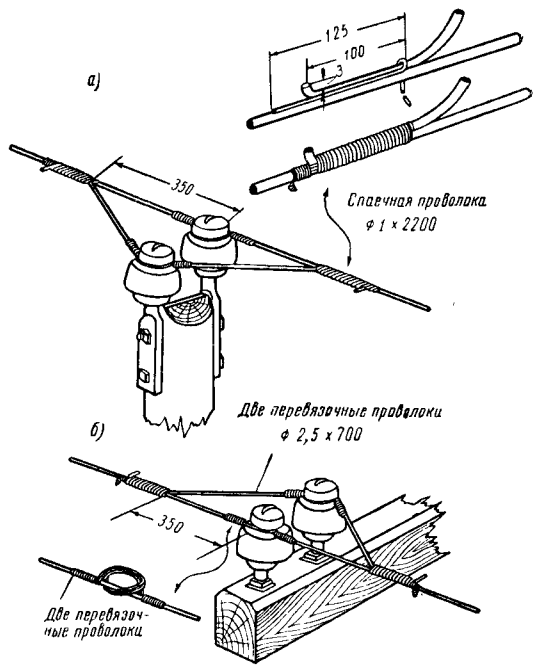
Наряду с вязкой Котлярова можно применять аналогичную ей вязку проводов по способу Толоконникова.

На тех участках линий связи с траверсами, где наблюдаются случаи касания и схлёстывания проводов, может быть применено приспособление типа УСП (устраняющее схлёстывание проводов), показанное на фиг. 246; это приспособление подвешивают в середине пролёта путём прикрепления изоляторов к проводам при помощи перевязочной проволоки.

Вязку высоковольтных проводов на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки на одинарных промежуточных опорах, устанавливаемых на территории станций, в пригородных и других населённых местах осуществляют по способу двойного подвешивания (фиг. 247).



Фиг. 246. Изоляторы типа УСП и их крепление



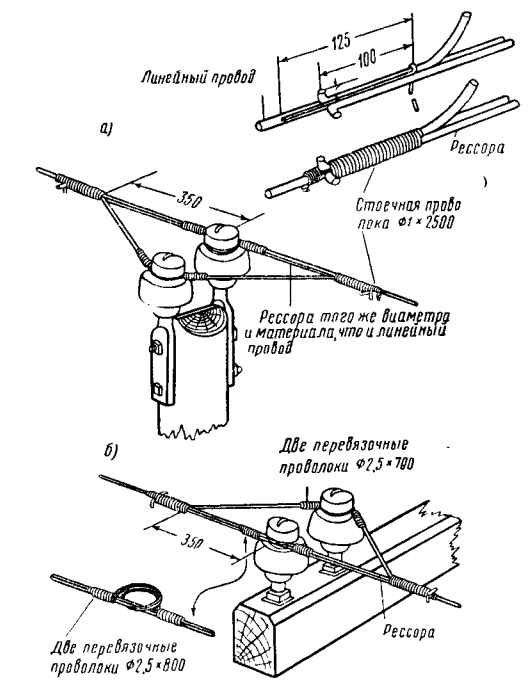
Фиг. 247. Вязка высоковольтных проводов на одинарных промежуточных опорах, устанавливаемых на станциях и в населённых местах: *а*—верхушечного провода; *б*—провода, расположенного на траверсе

На тех же опорах, но в районах, где наблюдается вибрация проводов, применяют рессорную вязку (фиг. 248).

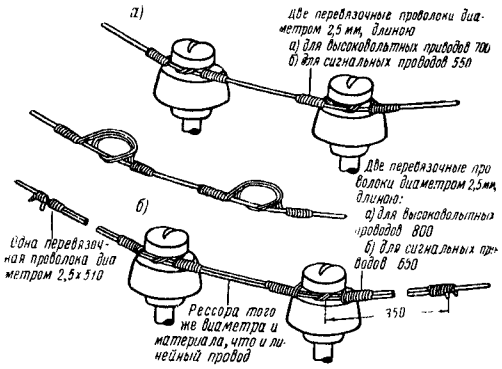
Вязку высоковольтного верхушечного провода на А-образных угловых опорах выполняют так же, как указано на фиг. 247, *а* и 248, *а*, с той лишь разницей, что основной линейный провод при этом располагают с внешней стороны угла (на стороне, противоположной направлению тяжения проводов).

Вязку высоковольтных (только на перегонах) и сигнальных проводов на двойных траверсах А-образных угловых опор производят в соответствии с фиг. 249; для высоковольтных проводов на опорах этого же типа, но при их установке на территории станций и населённых пунктов, вязку следует производить так, как указано на фиг. 250.

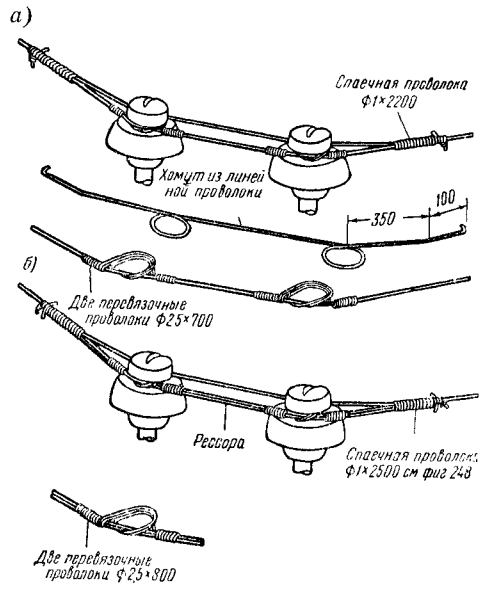
Вязку высоковольтных проводов на транспозиционных опорах выполняют в соответствии с фиг. 251. При этом как основной линейный провод, так и хомут располагают



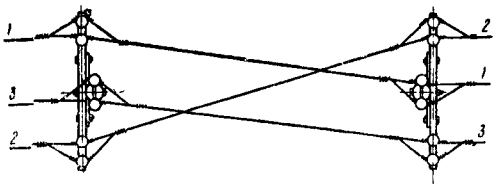
Фиг. 248. Рессорная вязка высоковольтных проводов на одинарных промежуточных опорах, устанавливаемых на станциях и в населённых местах: *а*—вязка верхушечного провода; *б*—вязка провода, расположенного на траверсе



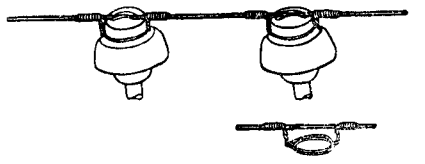
Фиг. 249. Вязка проводов на двойных траверсах А-образных угловых опор, применяемая для высоковольтных проводов, при установке опор на перегонах, а также для сигнальных проводов, при установке опор на перегонах, станциях и в населённых местах: *а*—для районов, где нет вибрации проводов, *б*—для районов, где наблюдается вибрация проводов



Фиг. 250. Вязка высоковольтных проводов на двойных траверсах А-образных угловых опор, устанавливаемых на станциях и в населённых местах: *а*—для районов, где нет вибрации проводов; *б*—для районов, где наблюдается вибрация проводов



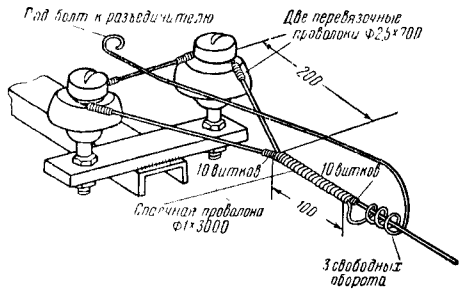
Фиг. 251. Вязка высоковольтных проводов на транспозиционных опорах



Фиг. 252. Вязка высоковольтных проводов (верхушечного и расположенного на траверсах) на А-образных опорах. Две перевязочные проволоки диаметром 2,5 *мм*, длиной: для высоковольтных проводов 650 *мм*, для сигнальных проводов 550 *мм*



Фиг. 253. Рессорная вязка высоковольтных проводов (верхушечного и расположенного на траверсах) на А-образных силовых опорах: *1*—перевязочная проволока диаметром 2,5×510 *мм*; *2*—две перевязочные проволоки диаметром 2,5 *мм*, длиной: для высоковольтных проводов 700 *мм* и для сигнальных проводов 550 *мм*; *3*—рессора того же диаметра, что и линейный провод



Фиг. 254. Вязка высоковольтных проводов на опорах с трёхполюсным разъединителем

на шейках изоляторов с внешней стороны угла.

Вязку высоковольтных проводов на А-образных силовых опорах производят в соответствии с фиг. 252, а на территории станций и населённых мест — согласно фиг. 250, *а*.

На тех же опорах, но в районах, где наблюдается вибрация проводов, на перегонах вязку выполняют в соответствии с фиг. 253, а на территории станций и населённых мест — в соответствии с фиг. 250, *б*.

Вязку высоковольтных проводов на опорах с трёхполюсными разъединителями производят так, как указано на фиг. 254.

Нумерация опор

Все опоры на линиях связи и высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки должны иметь нумерацию.

На приставках и подпорах ставится только год установки. Номера должны быть обращены в сторону железнодорожного полотна или шоссе.

Нумерация опор на линиях связи. Самостоятельную нумерацию опор производят по участкам между оконечиыми или усилительными пунктами (применительно к расстановке усилителей на стальных цепях), начиная от вводной опоры и ведя счёт опор от крупного пункта к более мелкому.

Шлейфы нумеруют самостоятельно, начиная от разрезной опоры к зданию станции.

На всех опорах наносят две последние цифры года установки опоры, а под ними, по вертикали, номер опоры.

В месте соединения секций скрещивания телефонных цепей на опорах наносится ещё буква С.

Если на участке имеется более тысячи опор, то цифра, обозначающая тысячу, пишется только на опорах, оканчивающихся нулём; на остальных опорах оставляется свободное место.

Нумерацию на опорах наносят на 100 *мм* ниже центра клейма (для секционных опор на 50 *мм*), а если клеймо отсутствует, то на расстоянии 2 *м* от земли до верхнего края цифр года установки опоры.

Нумерацию опор наносят чёрной масляной краской на жёлтом или белом фоне при помощи цифрового трафарета.

На опорах, пропитанных заводским способом, нумерацию наносят также чёрной масляной краской, но на железном листе, окрашенном в светложёлтый или белый цвет; лист прибивают к опоре на 50 *мм* выше центра клейма или на расстоянии 2 *м* от земли до нижнего края цифр года установки опоры. Мостовые кронштейны нумеруют, сохраняя принятую последовательность нумерации опор и нанося номера на верхней поперечной планке.

Нумерация опор на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки. Нумеруются все опоры, причём счёт номеров ведут по перегонам, по ходу километров железнодорожного пути.

Таблички для нумерации изготовляют из кровельного железа толщиной 0,5 *мм* и красят так же, как это делается на линиях связи. Расстояние от поверхности земли до нижнего края таблички должно быть 1,75 *м*.

Наряду с нумерацией на опорах должны быть предупредительные плакаты с надписью: «Не трогать — смертельно». Наличие плакатов обязательно на всех опорах в населённых местах. В местах ненаселённых плакатами снабжают все силовые, оконечные и переходные опоры, а также опоры с трёхполюсными разъединителями; на остальных опорах плакаты устанавливают не реже чем через две опоры.

Порядок, принятый для установки предупредительных плакатов на высоковольтно-сигнальных линиях, распространяется и на объединённые линии связи и СЦБ, несущие на своих опорах провода силовой цепи автоблокировки.

ПОСТРОЙКА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ И СЦБ

Трасса кабельных линий

При выборе трассы подземной кабельной линии необходимо учитывать следующие основные положения:

1) трасса кабеля должна иметь наименьшую длину между данными точками;

2) не проходить по месту скопления кислот (конные базары, бойни, сточные канавы и т. п.) и в почвах с большим содержанием извести (мергельные грунты), а также в болотистых и топких местах и в местах шлаковых навалов;

3) при выборе трассы следует обходить участки с сильно пересечённой местностью (овраги, крутые подъёмы);

4) трасса должна проходить по возможности вдали от крупных заводов, фабрик, электростанций и т. п.;

5) иметь наименьшее число пересечений с железнодорожным полотном и трамвайными путями и не пересекать их в тех местах, где установлены стрелки, глухие пересечения, а также под стыками рельсов;

6) трассу кабеля следует по возможности удалять от рельсов электрических железных дорог и трамваев;

7) при прокладке кабелей связи вдоль железной дороги расстояние между ближайшим рельсом и кабелем связи должно быть не менее 2 *м* и только в исключительных случаях это расстояние может быть снижено до 1 *м*, но с обязательным применением изолирующей каиализации или изолирующих покрытий кабеля;

8) трасса кабелей СЦБ может проходить как сбоку железнодорожного полотна, так и в междупутье, если оно имеет ширину не менее 4,5 *м* между осями путей.

Расстояние между ближайшим рельсом и кабелем СЦБ должно быть не менее 1,6 *м* в междупутье и 2 *м* при прокладке кабелей сбоку путей.

При выборе трассы для прокладки кабельной канализации:

1) как правило, целесообразно намечать её под тротуарами или газонами;

2) удалённость трассы канализации от трамвайных путей и электрифицированных железных дорог должна быть по возможности максимальная и в крайнем случае не ближе 2 *м* от них.

При выборе трассы подводного кабеля при пересечении рек следует выбирать места, где река имеет наименьшую ширину, где дно реки по возможности ровное и где берега имеют отлогие подходы к воде.

Трасса подводного кабеля не должна проходить:

1) в районах зимней стоянки судов на якорях;

2) в районах стоянки весной и летом плотов;

3) в местах, где река имеет дно каменистое и уступами или нагромождение камня и обрывистые берега;

4) в местах, где бывает затор льда;

5) в местах, где река часто меняет своё русло или протекает перекатами;

6) в местах водопоя или купания скота.

Вблизи железнодорожных и шоссейных мостов прокладка кабеля допускается только на расстоянии не ближе чем 300 *м* ниже моста по течению реки, а вблизи пристаней на расстоянии, исключающем возможность повреждения кабеля якорями судов.

Рытьё траншей для кабелей

Рытьё траншей для кабелей производят ручным или механизированным (см. ниже) способом.

Размеры траншеи для прокладки кабелей связи должны соответствовать данным табл. 158.

Таблица 158

Размеры траншей для прокладки одного кабеля

Место прохождения трассы кабеля	Глубина траншеи в *м*	Ширина траншеи в *м*	
		вверху	по дну
В поле	0.9—1,0	До 0,5	До 0,3
В населённых пунктах . . .	1—1,2	» 0,55	» 0,4
По обочине шоссейных дорог .	До 1,4	» 0,6	» 0,5

Примечание. В скалистых грунтах глубина и ширина траншеи определяются техническим проектом, причём глубина траншеи должна быть не менее 0,4 *м*.

При укладке двух кабелей и более ширина траншеи соответственно увеличивается.

Размеры траншей для прокладки кабелей СЦБ приведены в табл. 159.

Дно траншеи выравнивают, очищают от камней и щебня, а на участках, где дно состоит из скалистого грунта или валунов, а также где из-за неровностей дна траншеи могут произойти механические повреждения кабеля, устраивают постель из разрыхлённого грунта или песка толщиной до 10 *см*.

Повороты траншеи делаются так, чтобы радиус изгиба кабеля был не менее внутреннего радиуса барабана и, во всяком случае, не менее 15-кратного диаметра кабеля.

Таблица 159

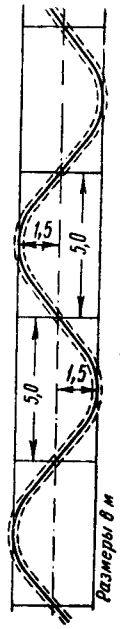
Размеры траншей для прокладки кабелей СЦБ

Количество прокладываемых кабелей	Ширина траншеи в *м*			
	по дну траншеи при её глубине		по верху при глубине траншеи	
	0,8—1,0	1,2	0,8—1,0	1,2
1—3	0,4—0,5	0,5	0,5	0,6
4	0,5	0,6	0,6	0,7
5	0,6	0,7	0,7	0,8

На склонах оврагов (на подъёмах и спусках) траншею роют зигзагообразно (фиг. 255) на протяжении всего подъёма или спуска с величиной отклонения изгибов от прямой линии на 1,5 *м*. Длину отклонений берут равной примерно 5 *м*.

При прохождении кабельной трассы под железнодорожными путями глубина закопки кабеля должна быть не менее 1 *м* и, следовательно, глубина траншеи не менее 1,1 *м*.

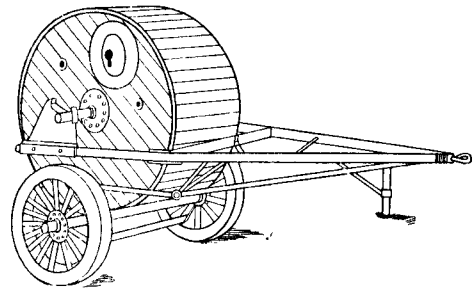
Для укладки трубопроводов кабельной канализации траншею роют такой глубины, чтобы расстояние между верхней частью трубопровода и поверхностью грунта под тротуаром было не менее 0,5 *м* и под мостовой — не менее 0,7 *м*. Ширина траншеи зависит от типа трубопровода и его ёмкости. Траншею для кабельной канализации роют с уклоном по направлению к колодцам. Величина уклона должна составлять 3—4 *мм* на 1 *пог. м*.



Фиг. 255. Зигзагообразная траншея на подъёмах и спусках при уклоне 30—45°

Прокладка кабеля

Развозка кабеля по трассе. Развозку кабеля по трассе производят на автомашинах,



Фиг. 256. Прицеп для перевозки барабанов

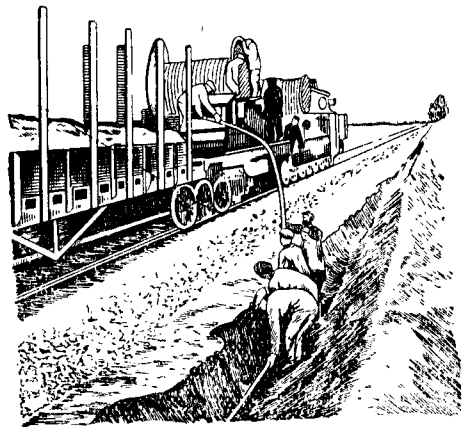
железнодорожных платформах или на специальных прицепах (фиг. 256).

Погрузку барабанов на автомашины и платформы и разгрузку барабанов производят при помощи лебёдки и рельсов или брёвен, под которые подставляют козлы, или при помощи передвижных мостков.

При погрузке барабанов, а также при перекатывании их по земле необходимо следить за тем, чтобы направление вращения барабана совпадало с направлением стрелки на щеке барабана.

Размотка и укладка кабеля в траншею. Размотку кабеля и его укладку в траншею производят ручным или механизированным способом.

Вдоль железной дороги размотку кабеля и его укладку в траншею целесообразно делать с платформы, прицепленной к мотовозу или дрезине (фиг. 257).



Фиг. 257. Укладка кабеля с платформы

При ручной размотке и прокладке кабеля барабан устанавливают на стальные или деревянные козлы, располагаемые у одного из концов траншеи.

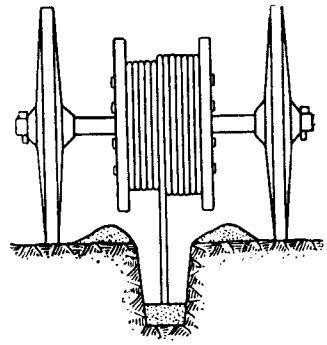
В процессе ручной размотки кабель сначала укладывают на бровке траншеи, а затем постепенно опускают на дно траншеи.

При размотке кабеля с автомашины или платформы рабочие подносят кабель на руках к траншее, а укладку его производят рабочие, стоящие в траншее.

При переноске и укладке размотанного кабеля количество рабочих берётся таким, чтобы вес кабеля, приходящийся на одного рабочего, не превышал 35 *кг*.

При отсутствии препятствий вдоль вырытой траншеи можно прокладывать кабель в траншею непосредственно с барабана, который перемещается вдоль траншеи на специальных колёсах (фиг. 258).

При наличии большого числа пересечений трассы кабеля с железнодорожным полотном и различными подземными сооружениями применяют протаскивание кабеля по специальным роликам при помощи стального троса и ручной лебёдки, тягача или трактора.



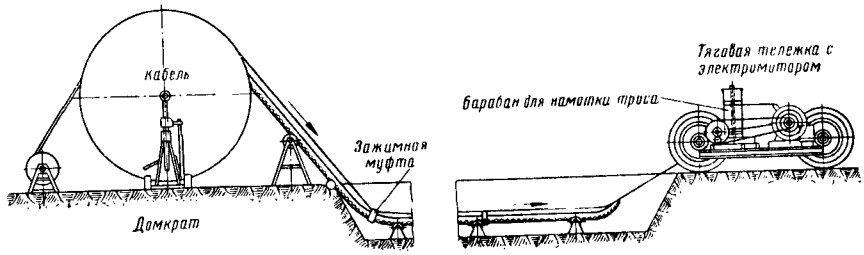
Фиг. 258. Размотка кабеля с барабана на колёсах

На фиг. 259 приведена схема протягивания кабеля при помощи троса. По мере продвижения троса и размотки кабеля они соединяются друг с другом через каждые 2—3 *м* зажимными тяговыми муфтами.

В исключительных случаях разрешается сматывать кабель с барабана небольшими участками и раскладывать его по земле петлями или восьмёрками, а затем укладывать в траншею.

В местах пересечения кабеля связи с полотном электрифицированных железных дорог и трамвая под полотном на глубине не менее 1 *м* прокладывают асбестоцементные или керамиковые трубы, в которые прокладывается кабель. При пересечении железных дорог с паровой тягой, грунтовых и шоссейных дорог применяют также стальные трубы.

При пересечении электрифицированных железных дорог и трамвая допускается также защита кабеля изолирующими покрытиями, оканчивающимися по обе стороны пересечения на расстоянии 2 *м* от крайних нитей рельсовых путей. В качестве изолирующего покрытия применяется, например, покрытие



Фиг. 259. Схема протягивания кабеля при помощи троса

кабеля двумя слоями пеньковой ткани, пропитанной битумом и поверх защищённой слоем асбестоцемента, или деревянные желоба, залитые битумом.

При пересечении трассы силового кабеля СЦБ с железной или авто-гужевой дорогой кабель укладывают в трубы на глубине не менее 1 *м* от подошвы рельса или верхнего

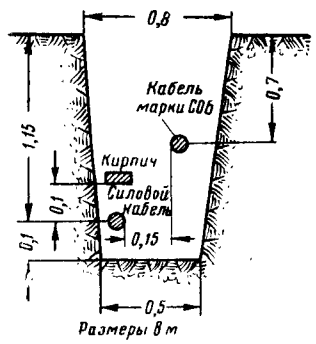
покрытия дороги и не менее 0,5 *м* от дна водоотводной канавы.

Трубы выводят за водоотводную канаву на длину не менее 1 *м*.

Если в траншею укладывают два кабеля связи и СЦБ или более, то их размещают параллельно (без перекрещивания).

Если при прокладке кабелей СЦБ пересечений их между собой избежать нельзя, то между пересекающимися кабелями устраивается постель из песка толщиной не менее 100 *мм*.

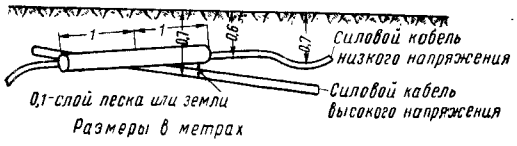
При укладке в одном жёлобе большого количества сигнальных кабелей допускается размещение их в несколько рядов с прокладкой между рядами через каждые 3 *м* просмолённых фанерных планок или деревянных реек толщиной 10 *мм* и шириной 50 *мм*.



Фиг. 260. Расположение в траншее сигнального и силового кабелей

При укладке в одной траншее сигнального и силового кабеля для напряжения более 500 *в* траншею роют глубиной 1,25 *м*. Силовой кабель укладывают на глубине 1,15 *м*, а сигнальный—над ним на расстоянии 0,45 *м* со сдвигом в сторону на 0,15 *м* (фиг. 260).

В местах пересечения кабеля высокого напряжения с силовым кабелем низкого напряжения последний следует располагать сверху на расстоянии не менее 0,35 *м*. Если по местным условиям это расстояние выдержать нельзя, то кабель низкого напряжения заключают в керамическую или бетонную трубу (фиг. 261).



Фиг. 261. Пересечения силовых кабелей

В местах пересечения кабелей связи между собой или с кабелями СЦБ их следует прокладывать на расстоянии по вертикали не меньше 0,5 *м* друг от друга или в изолирующей канализации или иметь изолирующие покрытия на протяжении 1 *м* в обе стороны от пересечения.

Концы строительных длин проложенных в траншее кабелей должны перекрывать друг друга, что необходимо для монтажа и установки соединительных муфт.

Засыпка траншеи. Кабели после укладки в траншею покрывают сверху слоем песка или разрыхлённой земли толщиной около 10 *см*.

В крупных населённых пунктах и на территории крупных железнодорожных станций кабели связи защищают слоем кирпича, который укладывают поверх слоя песка или земли.

Сигнальные кабели СЦБ на территориях участковых и сортировочных стаиций также защищают слоем кирпича. Исключение допускается только для индивидуальных кабелей, идущих к одному сигналу, путевой коробке и т. п.

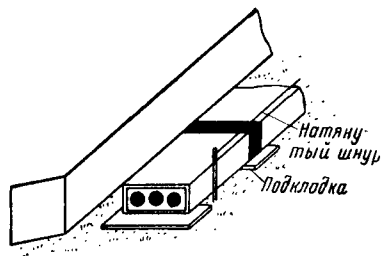
На промежуточных станциях и перегонах защита сигнальных кабелей кирпичом производится лишь в тех местах, где кабель проходит под путями или пересекает подземные сооружения.

Силовые кабели СЦБ во всех случаях защищают слоем кирпича независимо от места укладки.

После засыпки кабеля слоем песка и в случае надобности защиты его кирпичом траншею засыпают землёй с плотной утрамбовкой по слоям толщиной 150—200 *мм*.

Устройство канализации и протягивание кабеля

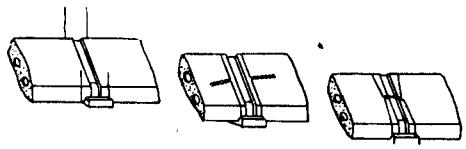
Укладка бетонных трубопроводов. Укладку труб бетонной канализации в траншею производят по натянутому шнуру (фиг. 262).



Фиг. 262. Укладка бетонных труб

Предварительно дно траншеи выравнивают и хорошо утрамбовывают, а если грунт каменистый, то дно траншеи засыпают слоем просеянной земли или песка толщиной до 10 *см*.

Для соединения двух бетонных прямоугольных труб концы их обильно смачивают водой и кладут на цементную подкладку, которая должна быть плотно, всей своей поверхностью прижата к дну траншеи. На подкладку наносят жидкий раствор цемента,



Фиг. 263. Заделка стыков бетонных труб

затем в раструб одной трубы вводят выступ другой, а подкладку при помощи укреплённой на ней стальной проволоки плотно притягивают к стыку труб и завязывают (фиг. 263). Места стыка тщательно заделывают со всех сторон цементным раствором.

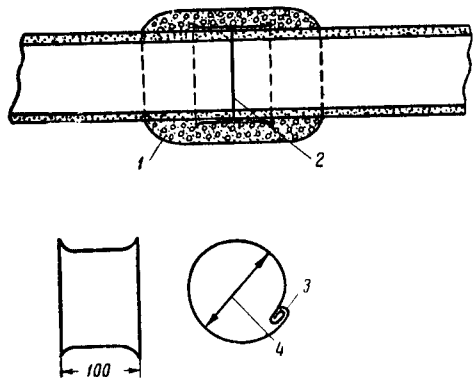
При прокладке трубопровода в виде многоотверстного блока (фиг. 92) верхнюю поверхность каждого горизонтального ряда для сцепления труб между собой покрывают раствором цемента. Укладку труб в этом случае производят так, чтобы стыки труб в смежных горизонтальных рядах располагались не в одной вертикальной плоскости, а имели вид кирпичной кладки.

Укладка асбестоцементных и керамических труб. Укладку асбестоцементных и керамических труб производят аналогично укладке бетонных труб

Место стыка керамических труб обматывают миткалевой лентой, пропитанной специальным составом, и заделывают цементным раствором. Если керамические трубы имеют два канала и более, то место стыка их, кроме того, скрепляют при помощи стальных шпилек, вставляемых в предназначенные для этого отверстия в стенках труб (фиг. 93).

Заделку стыков асбестоцементных труб в сырых грунтах производят при помощи муфт, сделанных из асбестоцемента, с установкой резиновых колец и заделкой промежутка между муфтой и трубой просмолённым канатом и цементом.

В сухих грунтах заделку стыка можно производить при помощи манжет из кровельного железа с заделкой цементным раствором (фиг. 264).



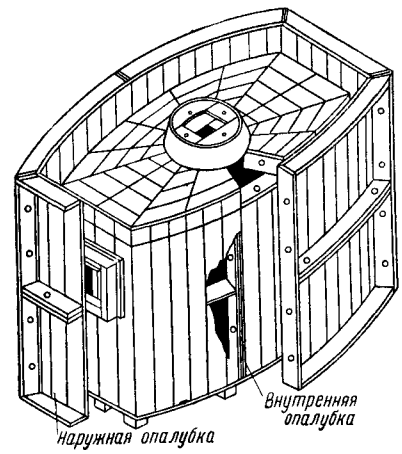
Фиг. 264. Заделка стыка асбестоцементных труб в сухих грунтах: *1*—бетонный слой; *2*—манжета из кровельного железа; *3*—соединительный шов; *4*—внутренний диаметр манжеты—должен быть равен наружному диаметру трубы для плотной посадки

Устройство колодцев. Колодцы телефонной канализации, как правило, устанавливают под пешеходной частью улиц так, чтобы они не располагались против ворот или входа в дом.

Котлован для колодца роют с таким расчётом, чтобы между стенками колодца и стенками котлована было свободное пространство в 40—50 *см*.

При устройстве железобетонного колодца на дно вырытого котлована устанавливают внутреннюю опалубку. По внутреиней опалубке производят вязку арматуры, заготавливаемой ранее по рабочим чертежам; затем устанавливают внешнюю опалубку и производят бетонирование. Подготовленная для железобетонного колодца опалубка приведена на фиг. 265.

При установке сборных колодцев отдельные их детали устанавливают на раствор цемента, причём стыки деталей предварительно обильно смачивают водой.



Фиг. 265. Опалубка для железобетонного колодца

Кладку кирпичных колодцев производят в соответствии с рабочими чертежами. Перекрытие этих колодцев делают железобетонное.

Дно больших колодцев делают с уклоном к середине и в центре дна устраивают углубление для вычерпывания воды, попадающей в колодец. В колодцах малого типа для этой цели служит стакан.

При устройстве колодцев в местах с высоким уровнем грунтовых вод осуществляют гидроизоляцию колодцев при помощи раствора церезита, церолита или гидрозита в воде в пропорции 1 : 10 или 1 : 9 (по весу). Этот раствор наносят слоями толщиной около 2 *см* на внутренние и наружные поверхности стен и на дно колодца. После оштукатуривания производят железнение изолированной поверхности, т. е. затирку её стальными кельмами с подсыпкой сухого цемента.

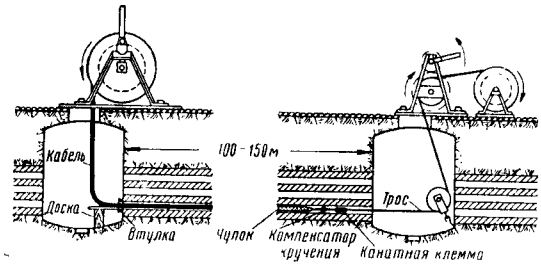
Протягивание кабеля в канализации. Перед протягиванием кабеля в канализации предварительно проверяется её состояние. Для этой цели от одного колодца до другого через каналы протягивают контрольный цилиндр и при необходимости прочищают каналы протягиванием стальной щётки.

Кабель перед протягиванием подвергают электрическим измерениям, а также проверяют герметичность его оболочки. Затем барабан с кабелем устанавливают над колодцем на козлы (фиг. 266) и протягивают кабель при помощи ручной или моторной лебёдки, установленной у соседнего колодца, предварительно вставив в отверстие канала втулку для предохранения кабеля от повреждений в месте его входа в канал. Перед протягиванием кабеля его свинцовую оболочку смазывают техническим вазелином.

По окончании протягивания кабель вновь испытывают на герметичность свинцовой обо-

лочки, концы кабеля запаивают и укладывают в колодцах на консоли.

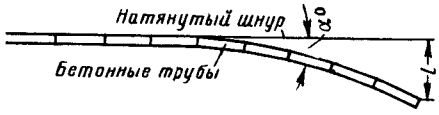
Длина канализации между двумя колодцами на прямых участках линии не должна превышать 150 *м*; на криволинейных участках длину канализации сокращают с таким



Фиг. 266. Схема протягивания кабеля в канализации

расчётом, чтобы тяговые усилия при протягивании кабеля на криволинейном участке не превосходили тяговых усилий на прямолинейном участке длиной 150 *м*.

Эквивалентная длина пролёта на криволинейных участках в зависимости от величины отклонения от прямой линии (фиг. 267) приведена в табл. 160.



Фиг. 267. Отклонение труб от прямой линии

Величину тягового усилия при протягивании кабеля определяют по формулам:

на прямолинейном участке

$$T = pfL;$$

на криволинейном участке

$$T = pRf\varphi\left[1+\frac{f^2\varphi^2}{6}+\frac{f^4\varphi^4}{120}\right],$$

где T — тяговое усилие в *кг*;

p — вес 1 *пог. м* кабеля в *кг*;

f — коэфициент трения (для бетонной канализации равный 0,8);

R — радиус изгиба канализации в *м*;

L — длина прямолинейного участка или на криволинейном участке длина дуги в *м*;

$$\varphi = \frac{L}{R}.$$

Прокладка подводного кабеля

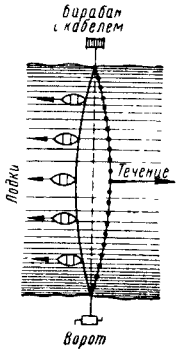
Прокладка кабеля с лодок. При прокладке подводного кабеля с лодок через 15—30 *м* одна от другой устанавливаются на якори лодки, как показано на фиг. 268. Конец кабеля привязывают к крепкому канату, который на другом берегу наматывают на ворот. По мере наматывания кабель подаётся на лодки, и когда он достигнет другого берега, его с лодок опускают на дно.

Таблица 160

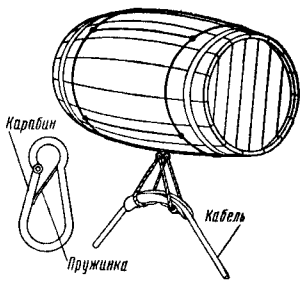
Эквивалентная длина пролёта в зависимости от величины отклонений α или *l* (фиг. 267)

Количество обычных прямоугольных труб, уложенных с отклонением от прямой		Величина отклонения от прямой		Длина пролёта, эквивалентная пролёту в 150 *м* на прямом участке в *м*
		α°	*l* в *м*	
Одноотверстных	1	1	0,017	146
	2	2	0,064	143
	3	3	0,156	138
	4	4	0,28	131
	5	5	0,40	129
	10	10	1,70	122
	15	15	3,70	99
	20	20	6,20	86
	25	25	9,00	74
	30	30	12,60	65
Двухотверстных	2	1	0,034	146
	4	2	0,13	143
	10	5	0,80	129
	20	10	3,40	113

Прокладку с лодок применяют на несудоходных реках небольшой ширины при скорости течения воды около 0,5 *км* в час.



Фиг. 268. Схема прокладки кабеля с лодок

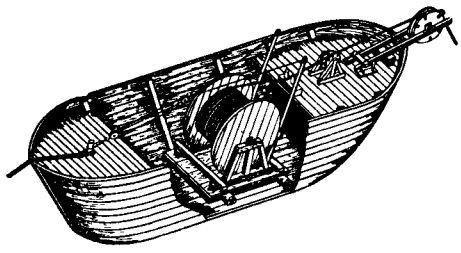


Фиг. 269. Крепление кабеля к бочке

Прокладка кабеля при помощи бочек. Прокладку кабеля при помощи бочек применяют на несудоходных реках со скоростью течения воды не более 0,5 *км* в час. При этом способе на одном берегу устанавливают барабан с кабелем, а на другом лебёдку или ворот. Через реку протягивают трос. Затем при помощи лебёдки или ворота тянут трос с кабелем, сматывая последний с барабана. По мере сматывания кабеля его укладывают на желоба из листовой стали, прикреплённые к деревянным или железным бочкам (фиг. 269). На этих бочках он плывёт к противоположному берегу. Бочки размещаются на таком расстоянии друг от друга, чтобы под воздействием веса кабеля они погружались в воду не более чем на $^2/_3$ своего диаметра. Кабель подвешивают к бочке на верёвке или тонком тросе, прикрепляемым к бочке при помощи карабина.

Прокладка кабеля с барж. Прокладку кабеля с барж, паромов или судов произ-

водят на судоходных реках. Для этого на барже или судне устанавливают барабан с кабелем (фиг. 270) или кабель предварительно разматывают и укладывают на палубе (фиг. 271). Один конец кабеля укрепляют на берегу, и с движущейся баржи или судна кабель постепенно опускают в воду.



Фиг. 270. Баржа для прокладки кабеля с барабана

Прокладка кабеля со льда. При прокладке со льда кабель разматывают и кладут на лёд с запасом в виде дуги у берега, от которого начинается прокладка. Во льду вдоль кабеля пробивают прорубь шириной 10—15 *см*. Со стороны, лежащей ниже по течению, в прорубь на расстоянии 3—4 *м* друг от друга вертикально устанавливают до дна 5—6 прутьев из сортовой стали, по которым кабель опускают на дно. После опускания 10—15 *м* кабеля прутья переставляют дальше по трассе прокладки и опускают на дно следующий участок кабеля. Схема прокладки приведена на фиг. 272.

Если лёд имеет толщину более 0,8 *м*, то во льду вырубают клетки, каждая длиной 10 *м* и шириной 30—40 *см*. Глубину клеток делают такой, чтобы в клетке оставался лёд толщиной 5—10 *см*; между клетками оставляют перегородки (фиг. 273).

После заготовки всех клеток в них пробивают дно; перегородки из льда также вырубают, а кабель прокладывают так, как было указано выше.

Прокладка и укрепление кабеля на берегах. Глубина закопки подводного кабеля на берегах должна быть не менее 1 *м*, а в местах выхода кабеля на берег он должен быть углублён в дно реки на глубину не менее 0,5 *м*, считая от самого низкого уровня воды, с таким расчётом, чтобы он не вмерзал в лёд при ледоставе самого низкого уровня.

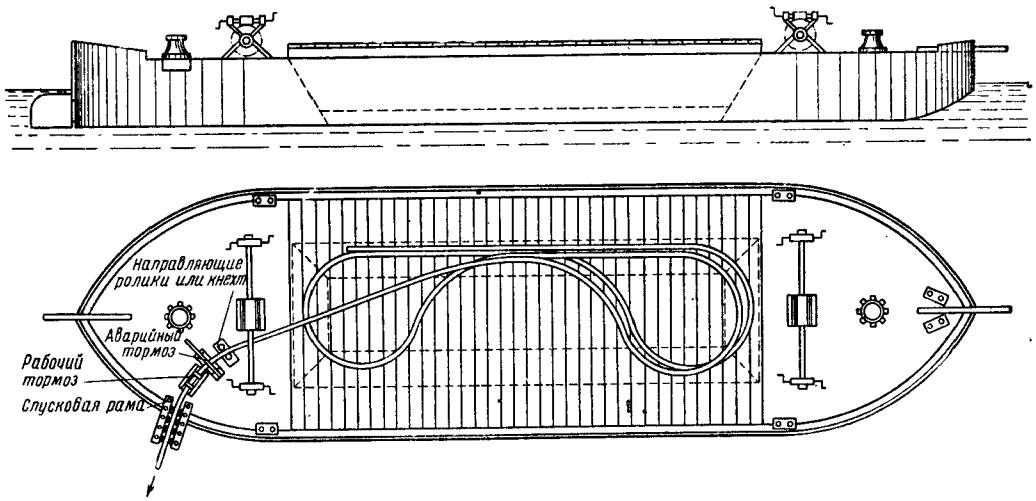
Если кабель прокладывают по дну реки без углубления в дно, то его закрепляют на берегах при помощи зигзагообразной траншеи (фиг. 274) или «восьмёрки» (фиг. 275).

На стыке подводного кабеля с подземным устанавливают чугунную муфту для подводного кабеля; если стык их расположен на расстоянии более 30 *м* от берега, то допускается установка чугунной муфты для подземного кабеля.

Прокладка кабеля по мостам

Прокладку кабеля по мосту производят, как правило, под пешеходной его частью в бетонных или асбестоцементных трубах (фиг. 276), или в стальных трубах, укладываемых на брусья (фиг. 277) из пропитанного дерева, а также в специальных желобах (фиг. 278).

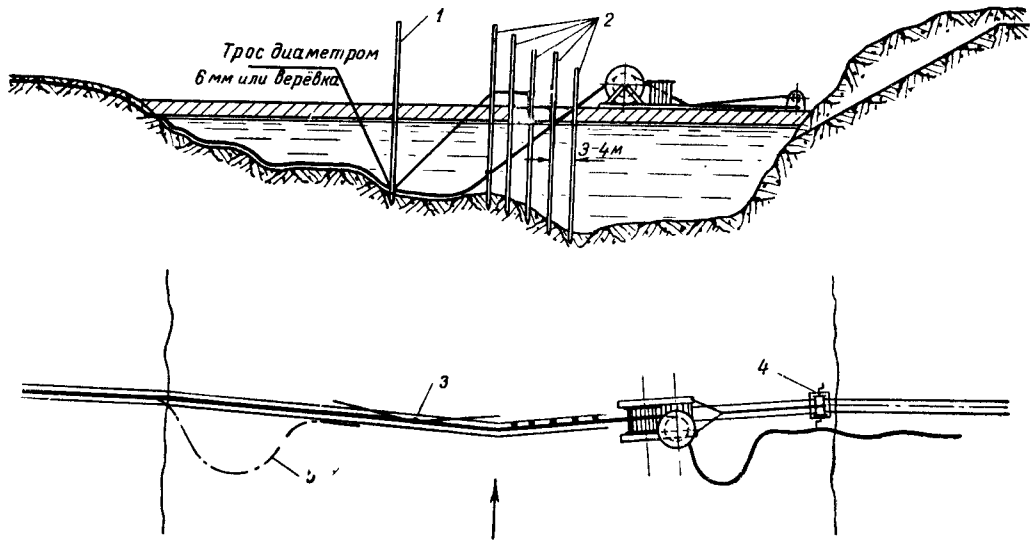
При наличии сильной вибрации моста для предохранения свинцовой оболочки кабеля от разрушения применяют кабель с проволочной бронёй или с легированной свинцовой оболочкой, укладывают кабель со слабиной или с применением специальных пружинных амортизаторов, смягчающих сотрясения кабеля при вибрации моста.



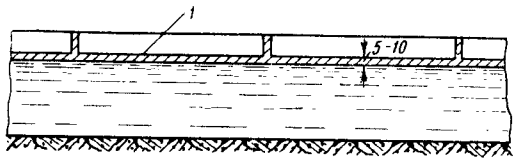
Фиг. 271. Укладка кабеля на палубе

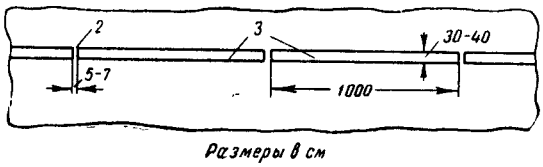
Подвеска кабеля на тросе

Подвеску кабеля на тросе по опорам воздушных линий и по крышам зданий на стойках в основном применяют на местных телефонных сетях при ёмкости кабеля до 30 пар.

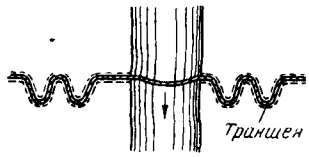


Фиг. 272. Схема прокладки кабеля со льда: *1*—контрольный шест; *2*—прутья из сортовой стали; *3*—приспособление для спуска кабеля в воду; *4*—лебёдка; *5*—начальное положение петли кабеля

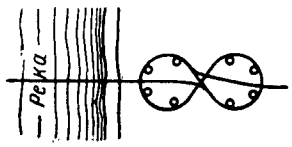




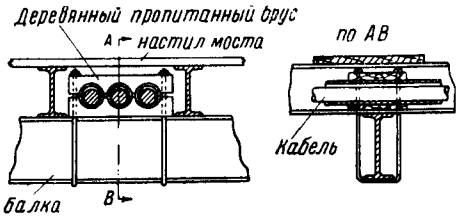
Фиг. 273. Схема прокладки кабеля со льда при толщине льда более 0,8 *м*: *1*—лёд; *2*—перегородка; *3*—клетка



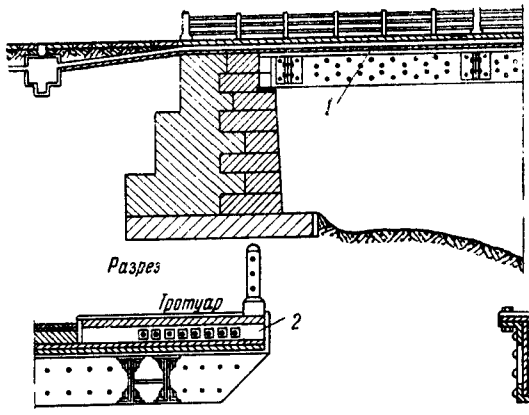
Фиг. 274 Укрепление кабеля зигзагообразной траншеей



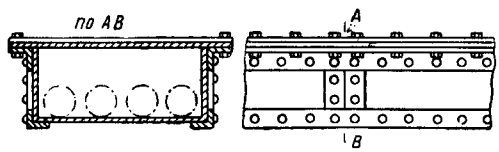
Фиг. 275. Укрепление кабеля «восьмёркой»



Фиг. 277. Прокладка кабеля по мосту в стальных трубах



Фиг. 276. Прокладка кабеля по мосту в трубопроводе: *1*—телефонный трубопровод; *2*—разрез телефонного трубопровода из бетонных или асбестоцементных труб



Фиг. 278. Прокладка кабеля по мосту в жёлобе

Кабель подвешивают на тросе, который на промежуточных опорах закрепляют при помощи консолей (фиг. 79), а на оконечных опорах — при помощи трёхболтовых зажимов (фиг. 35) или струбцинок.

Трос подвешивают с таким напряжением, чтобы стрела провеса его с подвешенным к нему кабелем при температуре окружающего воздуха, равной — 30°С, составляла бы 2% от длины пролёта.

В табл. 161 приведены типы тросов и их стрелы провеса при разной температуре окружающего воздуха в зависимости от длины пролёта и ёмкости подвешиваемого кабеля марки ТГ, применяемого на местных телефонных сетях.

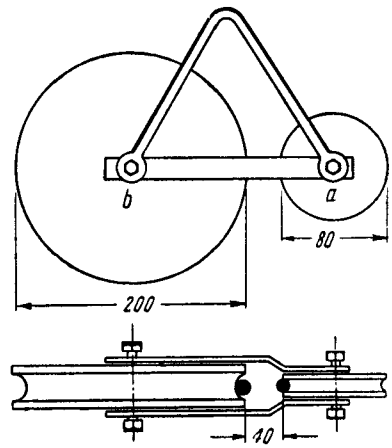
На линиях типа О кабели ёмкостью до 40 пар, а на линиях типа Н кабели ёмкостью до 30 пар допускается подвешивать на стальной оцинкованной линейной проволоке диаметром 5 *мм*.

При устройстве воздушно-кабельного ввода междугородной воздушной линии кабелем марки ТЗГ тип троса и его стрелу провеса в зависимости от ёмкости подвешиваемого кабеля, длины пролёта и типа линии выбирают по табл. 162.

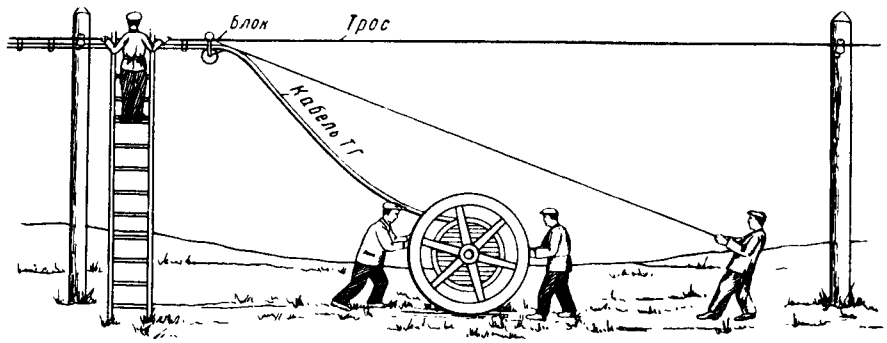
Напряжения в тросе с подвешенным кабелем определяют по формулам, приведённым в табл. 163.

Подвеску кабеля на тросе можно осуществлять двумя способами.

При первом способе применяют комбинированный блок (фиг. 279), состоящий из стального блока *а* и деревянного *b*. При подвеске стальной блок накладывают на трос, а на



Фиг. 279. Комбинированный блок



Фиг. 280. Подвеска кабеля при помощи комбинированного блока

Таблица 161

Типы тросов и стрелы их провеса для подвески кабелей марки ТГ

Ёмкость кабеля, диаметр жил в *мм* 0,5	0,6	0,7	Тип линии	Тип троса	Стрела провеса троса в *см* до подвески кабеля при температуре в °С, в пролёте 40 *м* −20	−10	0	+10	+20	+30	в пролёте 50 *м* −20	−10	0	+10	+20	+30
10×2	—	—	О, Н и У	1×7—4,2—140—1	62	67	72	77	80	84	76	82	88	94	99	103
—	10×2	—	О, Н и У	1×7—4,2—140—1	60	64	70	74	78	82	67	74	80	86	92	97
20×2	—	10×2	О, Н и У	1×7—4,2—140—1	55	60	65	70	74	78	58	65	71	78	84	90
30×2	20×2	—	О и Н	1×7—4,2—140—1	48	53	59	64	69	74	64	71	77	83	89	95
30×2	20×2	—	У	1×7—6—140—1	65	70	74	78	82	86	76	82	88	94	99	103
—	30×2	20×2	О, Н и У	1×7—6—140—1	63	68	72	76	80	84	70	76	82	88	94	99
50×2	—	—	О и Н	1×7—6—140—1	59	64	69	73	77	81	65	72	78	84	90	96
50×2	—	—	У	1×7—6—140—1	59	64	69	73	77	81	78	84	90	95	100	105
80×2	50×2	30×2	О и Н	1×7—6—140—1	45	51	57	62	67	72	43	51	58	65	71	77
80×2	50×2	30×2	У	1×7—6,6—140—1	58	63	67	72	76	80	59	66	73	79	85	91
100×2	70×2	40×2 и 50×2	О, Н и У	1×7—6,6—140—1	53	58	63	68	73	77	52	59	66	73	79	85
Стрела провеса троса с подвешенным кабелем				—	83	86	89	92	95	98	104	108	111	114	117	120

Таблица 162

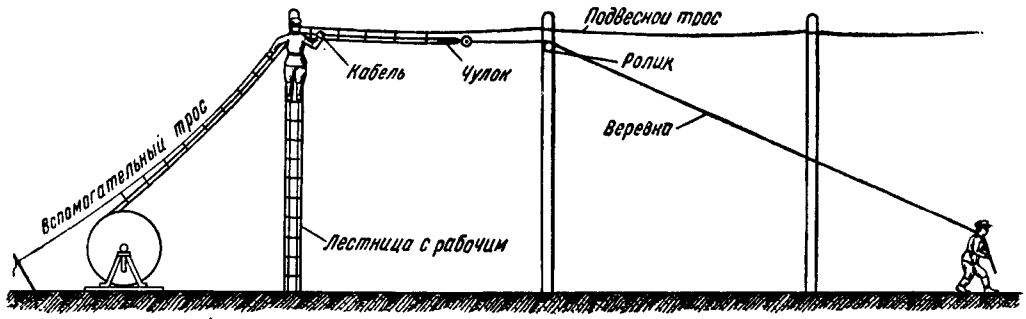
Типы тросов и стрелы их провеса для подвески кабелей марки ТЗГ

Ёмкость кабеля ТЗГ	Тип линии	Тип троса	Температура в °С						
			−30	−20	−10	0	+10	+20	+40
Трос в пролёте 40 м									
12×4×0,9	О, Н, У	1×7—6,6—120—1	47	53	59	64	69	74	78
12×4×0,9	ОУ	1×7—7,8—120—1	57	62	67	72	77	82	86
7×4×0,9	О, Н, У	1×7—6,0—120—1	57	62	67	72	77	82	86
7×4×0 9	ОУ	1×7—7,8—120—1	66	71	76	80	84	88	92
Стрелы провеса троса с подвешенным кабелем			80	84	87	90	94	97	100
Трос в пролёте 50 м									
12×4×0,9	О, Н, У	1×7—7,8—120—1	64	71	77	83	89	95	100
12×4×0,9	ОУ	1×7—9,0—120—1	74	80	86	92	97	102	107
7×4×0,9	О, Н, У	1×7—6,0—120—1	64	70	76	82	88	94	99
7×4×0,9	ОУ	1×7—7,8—120—1	79	85	91	97	102	106	110
Стрела провеса троса с подвешенным кабелем			100	105	109	113	117	121	125

деревянный блок кладут кабель (фиг. 280), который тянет за верёвку рабочий.

Рабочий, находящийся на лестнице, приставленной к тросу, по мере подачи кабеля прикрепляет его к тросу подвесками (на 1 *пог. м* кабеля устанавливают 3—4 подвески).

При втором способе подвески барабан с кабелем устанавливают на козлах в начале линии (фиг. 281). Кабель сматывают с бара-



Фиг. 281. Укладка кабеля с перестановкой подвесок

Таблица 163

Формулы для расчёта троса при подвеске кабеля

Наименование формулы	Расчётная формула	Единица измерения	Условные обозначения и числовые значения некоторых величин
Удельная нагрузка троса от веса кабеля и подвесок	$\gamma_2' = \frac{g_1 + g_2}{q}$	$\frac{кг}{м^2\ мм}$	g_1—вес 1 *пог. м* кабеля в *кг*; g_2—вес подвесок на на 1 *м* длины кабеля в *кг*; q—сечение троса в *мм²*
Удельная нагрузка троса от веса льда на нём и на кабеле	$\gamma_2'' = \frac{\pi\left[(d+2b)^2 - d^2\right]\gamma_0}{4 \cdot 1\,000\,q} + \frac{\pi\left[(d_1+2b)^2 - d_1^2\right]\gamma_0}{4 \cdot 1\,000\,q}$	$\frac{кг}{м^2\ мм}$	d—диаметр троса в *мм*; d_1—диаметр кабеля в *мм*; γ_0—удельный вес льда, равный 0,9; b—толщина стенки льда в *мм*

Продолжение табл. 163

Наименование формулы	Расчётная формула	Единица измерения	Условные обозначения и числовые значения некоторых величин
Удельная нагрузка троса от собственного веса, веса кабеля с подвесками и веса льда на тросе и кабеле	$\gamma_3=\gamma_1+\gamma_2'+\gamma_2''$	$\frac{кг}{м^2\ мм}$	$\gamma_1=0{,}0078$
Удельная нагрузка от давления ветра на трос	$\gamma_4=\frac{pd}{1\,000\ q}$	$\frac{кг}{м^2\ мм}$	p—0,06 v^2; v—скорость ветра в $м/сек$
Удельная нагрузка троса от давления ветра на него и кабель, покрытые льдом	$\gamma_5=\frac{p\ (d+d_1+4b)}{1\,000\ q}$	$\frac{кг}{м^2\ мм}$	
Удельная нагрузка троса от собственного веса троса и давления ветра на него	$\gamma_6=\sqrt{\gamma_1^2+\gamma_4^2}$	$\frac{кг}{м^2\ мм}$	
Удельная нагрузка троса от собственного веса, веса кабеля с подвесками, веса льда на тросе и кабеле и давления ветра на трос и кабель, покрытые льдом	$\gamma_7=\sqrt{\gamma_3^2+\gamma_5^2}$	$\frac{кг}{м^2\ мм}$	
Напряжение в тросе от собственного веса и веса кабеля с подвесками при $t=-30°C$	$\sigma_{-30}=\frac{l^2\left(\gamma_1+\gamma_2'\right)}{8\ f_{-30}}$	$\frac{кг}{мм^2}$	l—длина пролёта в $м$, $f_{-30}=0{,}02\ l$
Напряжение в тросе с подвешенным кабелем при гололёде и ветре	$\sigma_7-\frac{l^2\gamma_7^2}{24\beta\sigma_7^2}=\sigma_{-30}-\frac{l^2\left(\gamma_1+\gamma_2'\right)^2}{24\beta\sigma_{-30}^2}-\frac{\alpha}{\beta}\left(t_7-t_{-30}\right)$	$\frac{кг}{мм^2}$	$\beta=50\cdot10^{-6}$; $\alpha=12\cdot10^{-6}$
Напряжение в тросе, нагруженном кабелем, при отсутствии гололёда для $t_x=0°C$ и $t_x=t_{max}$	$\sigma_x-\frac{l^2\left(\gamma_1+\gamma_2'\right)^2}{24\beta\sigma_x^2}=\sigma_{-30}-\frac{l^2\left(\gamma_1+\gamma_2'\right)^2}{24\beta\sigma_{-30}^2}-\frac{\alpha}{\beta}\left(t_x-t_{-30}\right)$	$\frac{кг}{мм^2}$	σ—напряжение при $t_x=0°C$ и $t_x=t_{max}$
Стрелы провеса троса, нагруженного кабелем, для $t_x=0°C$, $t_x=-30°C$ и $t_x=t_{max}$	$f=\frac{l^2\left(\gamma_1+\gamma_2'\right)}{8\sigma}$	$м$	σ— напряжение при $t_x=0°$, $t_x=-30°$ и $t_x=t_{max}$
Напряжение в тросе без нагрузки его кабелем при t_{max}, $t=0°$ и t_{min}	$\sigma_x-\frac{l^2\gamma_1^2}{24\beta\sigma_x^2}=\sigma_{-30}-\frac{l^2\left(\gamma_1+\gamma_2'\right)}{24\beta\sigma_{-30}^2}-\frac{\alpha}{\beta}\left(t_x-t_{-30}\right)$	$\frac{кг}{мм^2}$	σ_x — напряжение при $t_x=t_{min}$, $t_x=0°$ и $t_x=t_{max}$
Стрелы провеса троса, не нагруженного кабелем, для $t_x=t_{min}$, $t_x=0°$ и $t_x=t_{max}$	$f'=\frac{l^2\gamma_1}{8\sigma_x}$	$м$	

бана и протягивают по тросу при помощи надетого на конец кабеля чулка и верёвки. По мере продвижения кабеля рабочий на первой опоре надевает на него подвесы, не закрепляя их окончательно. Рабочие, находящиеся на следующих за первой опорах, передают кабель через клеммы, переставляя через них подвесы.

Для уменьшения трения кабеля о трос последний смазывают тавотом. Подвесы закрепляют окончательно после того, как будет окончена протяжка кабеля.

МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ И СЦБ

МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ

В состав работ по монтажу кабелей связи входят следующие работы:

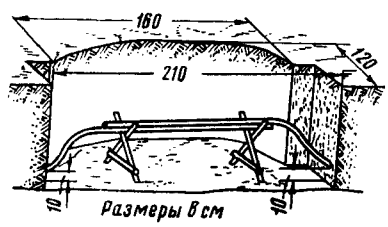
1) монтаж соединительных (прямых, симметрирующих и конденсаторных) муфт;

2) моитаж ящиков с катушками индуктивности;

3) монтаж оконечных устройств (оконечные и разветвительные муфты, боксы, кабельные ящики и т. п.).

Монтаж соединительных муфт

Разделка концов кабелей. Перед монтажем подземной соединительной муфты производят очистку котлована и концы соединяемых кабелей укладывают иа козлы (фиг. 282), а над котлованом устанавливают палатку.



Фиг. 282. Укладка кабеля на козлы

После проверки герметичности оболочки соединяемых кабелей приступают к разделке их концов.

Данные по разделке кабелей с ленточной и проволочной бронёй при монтаже подземных прямых и симметрирующих соединительных муфт приведены в табл. 164. Размер a, указанный на фиг. 283 и в табл. 164 для



Фиг. 283. Разметка концов кабеля

чугуниых муфт без фланцев с торцевыми зажимами, равен внутренней длине чугунной муфты; для чугунных муфт с фланцами при разделке кабелей с проволочной бронёй расстояние a берут равным расстоянию между прорезами фланцев.

При монтаже конденсаторных соединительных муфт размеры a и b (фиг. 283) выбирают в соответствии с табл. 165.

Таблица 164

Данные по разделке кабелей при монтаже прямых и симметрирующих соединительных муфт

Расстояние в *мм*		Внутренний диаметр горловины свинцовой муфты в *мм* (размер a на фиг. 62)		Внутренний диаметр горловины чугунной муфты в *мм* (размер D на фиг. 63)	
между обрезами брони (размер a на фиг. 283)	между обрезами свинцовой оболочки (размер b на фиг. 283)	муфта с одним продольным разрезом	цилиндрическая муфта без разреза	старого типа	нового типа
300	160	20	40	35	40
360	210	30	60	45	50
410	250	50	60	55	60
460	280	50	70	65	60
560	340	60	70	75	80
700	400	70	95	85	80
700	420	80	115	95	100
750	460	90	115	95	100

Таблица 165

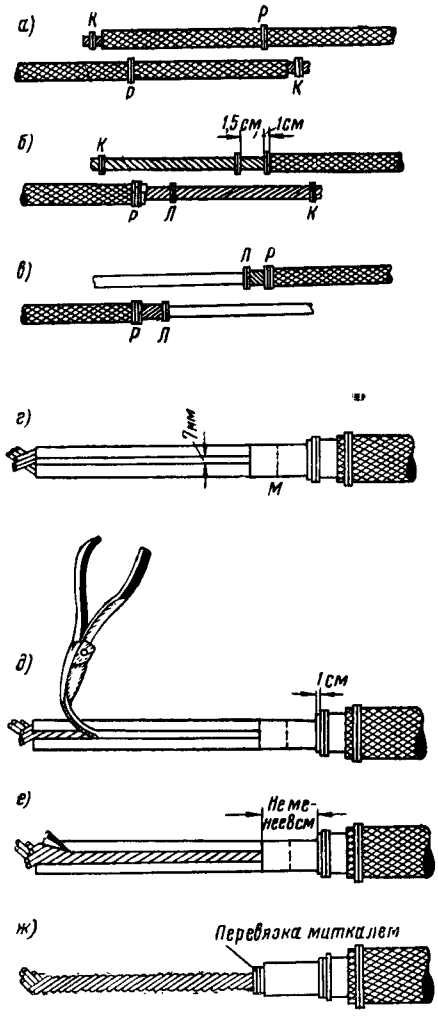
Размеры разделки кабелей при монтаже конденсаторных соединительных муфт

Расстояние в *мм*		Внутренний диаметр горловины свинцовой муфты (размер a на фиг. 62)	Внутренний диаметр горловины чугунной муфты в *мм* (размер d на фиг. 64)	
между обрезами брони (размер a на фиг. 283)	между обрезами свинцовой оболочки (размер b на фиг. 283)		старого типа	нового типа
560	360	35	46	50
750	450	55	65	60
880	560	65	85	80
950	630	80	105	100

Процесс разделки концов подземных бронированных кабелей (фиг. 284) состоит из следующих операций:

1) устройство бандажей *р* (фиг. 284, *а*) из нескольких витков мягкой проволоки на наружной оплётке кабеля у отметок *а* (фиг. 283) и бандажей *к* на броне кабеля;

2) удаление наружной оплётки кабеля, зачистка верхней брони у кабелей с ленточной



Фиг. 284. Разделка концов кабеля

бронёй и бронепроволок у кабелей с проволочной бронёй, залуживание ленты или проволок, установка бандажей *л* из медной проволоки и пропайка их (фиг. 284, *б*);

3) надпиливание ленточной и проволочной брони, удаление её и находящихся под бронёй слоя кабельной пряжи и кабельной бумаги (фиг. 284, *в*) и очистка свинцовой оболочки тряпкой, пропитанной бензином.

При применении чугунных муфт без торцевых зажимов две проволоки проволочной брони на каждом из концов соединяемых кабелей не обрезают для того, чтобы, спаяв их друг с другом, осуществить электрическое соединение брони обоих кусков кабеля;

4) устройство отметок *м* (фиг. 284, *г*) на свинцовой оболочке кабеля по длине свинцовой муфты, зачистка и залуживание оболочки по обе стороны отметок. На расстоянии 40 *мм* от отметок в сторону концов кабелей делаются круговые надрезы в оболочке и два продольных надреза на расстоянии 5—7 *мм* друг от друга;

5) удаление свинцовой полоски (фиг. 284, *д*), снятие свинцовой оболочки (фиг. 284, *е*), обмотка оголённого кабеля у обреза свинцовой оболочки двумя слоями миткалевой ленты (фиг. 284, *ж*) и проталкивание ленты на 5—10 *мм* под свинцовую оболочку;

6) снятие с верхнего повива кабельной бумаги, отгибание четвёрок или пар верхнего повива, перевязка прошпаренной ниткой следующего повива и т. д.;

7) прошпарка жил кабеля с воздушно-бумажной или кордельно-бумажной изоляцией жил массой марки МТ-1;

8) отгибание и нумерация четвёрок (пар) кабеля при помощи бумажного кольца с номером, надеваемого на каждую четвёрку. Счёт четвёрок (пар) при нумерации производят в соответствии с фиг. 285.

Соединение (сращивание) жил кабеля. При сращивании жил кордельных кабелей группы пар и четвёрок кабеля отделяют друг от друга и отдельные группы стороны *А* присоединяют к соответствующим группам стороны *Б*. В кабелях, имеющих более двух повивов, сращивание жил центрального повива при наличии в нём эмалированных жил производят в последнюю очередь; во всех остальных случаях сращивание начинают с центрального повива.

В прямых соединительных муфтах две пары одной четвёрки соединяют с двумя парами другой четвёрки таким образом, чтобы жилы одной пары соединялись с соответствующими жилами другой пары.

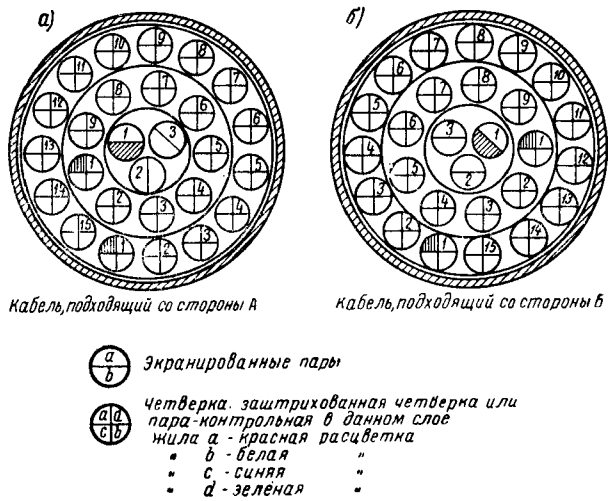
В симметрирующих и конденсаторных муфтах соединение жил двух четвёрок производят в соответствии с ведомостью соединения жил, составленной на основании измерений коэфициентов ёмкостной связи и асимметрии. Эти измерения проводят после разделки концов кабелей перед сращиванием жил.

При диаметре жил кабелей до 1,4 *мм* их сращивают при помощи скрутки, а жилы диаметром 1,4 *мм* и больше — при помощи медных соединительных гильз.

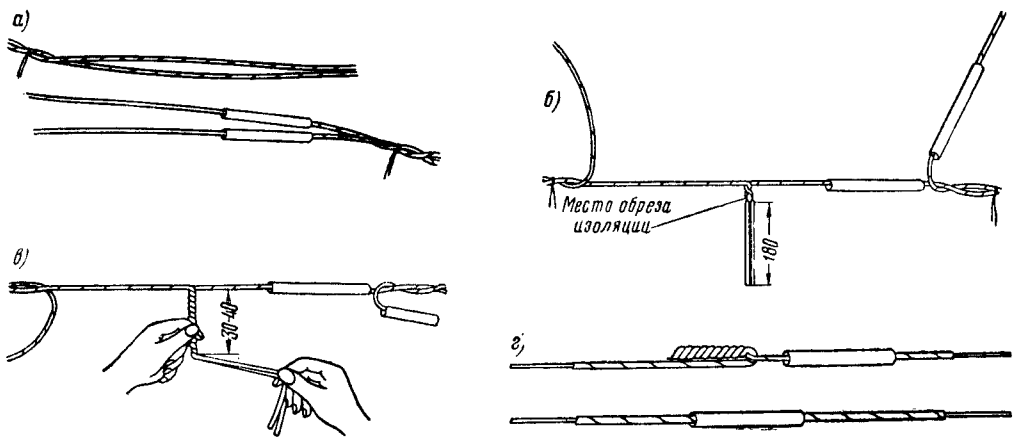
Процесс соединения медных жил при помощи скрутки показан на фиг. 286. Пропайку жил производят припоем при помощи паяльника на длине 10 *мм* от конца скрутки. После пропайки сращиваемые жилы изолируют бумажными гильзами.

При сращивании четвёрок, используемых для высокочастотной связи, между сращиваемыми жилами каждой четвёрки вставляют крестовину (фиг. 287) из пластмассы, на которую затем надвигают общую бумажную гильзу (фнг. 288), а жилы у крестовины скрепляют суровой ниткой.

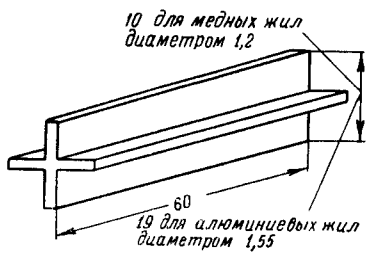
При сращивании жил со стирофлексной изоляцией последнюю удаляют с жил в месте спайки при помощи нагретого ножа. Стирофлексная изоляция при температуре более



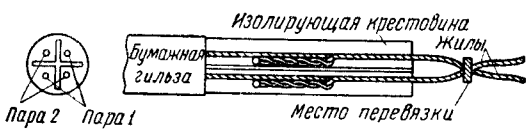
Фиг. 285. Порядок нумерации четвёрок (пар) по повивам



Фиг 286. Процесс сращивания медных жил скруткой



Фиг. 287. Крестовина из пластмассы



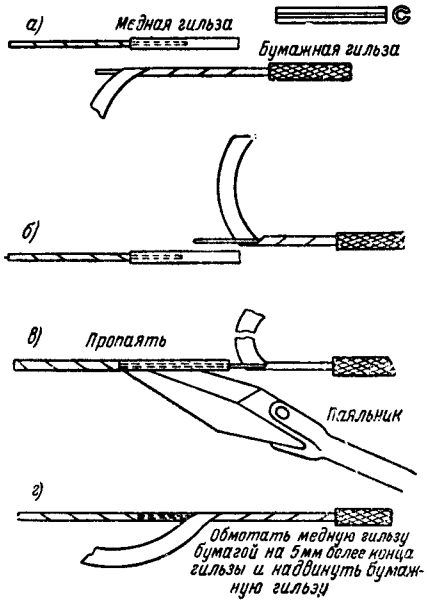
Фиг. 288. Расположение жил на крестовине

70—80° становится хрупкой. Поэтому длину сростка жил берут равной 45 *мм*, а спайку жил производят быстро, чтобы тепло не распространилось по жилам до стирофлексной изоляции.

Сращивание жил при помощи медных гильз производят так, как это показано на фиг. 289, при этом медиую гильзу вместе со вставленными в неё жилами пропаивают припоем прн помощи паяльника.

Сращивание между собой алюминиевых жил производят при помощи сварки или залуживания с последующей спайкой.

Залуживаиие жил производят, например, припоем, состоящим из 30% олова и 70% цинка.



Фиг. 289. Сращивание жил при помощи медных гильз

В качестве флюса при пайке и облуживании алюминиевых жил рекомендуется применять раствор из 20 *г* каиифоли в 100 *г* денатурированного спирта.

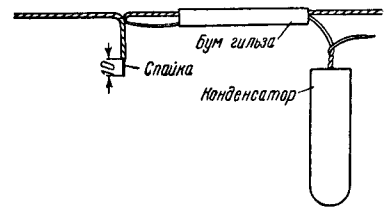
После залуживания алюминиевые жилы сращивают, так же как и медные, при помощи спайки их припоем.

При соединении отдельных четвёрок сростки распределяются так, чтобы получилось равномерное размещение их по всей длине муфты.

При монтаже конденсаторных муфт в соответствии 'с составленной схемой симметрирования кабеля к иекоторым жилам соединяемых четвёрок присоединяют симметрирующие конденсаторы. Присоединение конденсаторов осуществляют при спайке жил кабеля так, как это показано на фиг. 290.

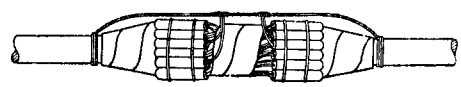
После того как все конденсаторы подключены к соответствующим жилам и все скрутки жил запаяны, место спайки обёртывают кабельной бумагой, а конденсаторы укладывают сверху по окружности спайки (фиг. 291) и плотно перевязывают суровой ниткой.

При выравнивании частичных ёмкостей между жилами оба проводника каждого конденсатора присоединяют к жилам. Если частичные ёмкости выравниваются между жила-



Фиг. 290. Присоединение конденсатора к жилам кабеля

ми и землёй (оболочкой кабеля), то вторые концы от конденсаторов присоединяют к гибкому изолированному проводнику, соединяющему свинцовые оболочки сращиваемых кабелей (фиг. 291).



Фиг. 291. Укладка конденсаторов и присоединение их к свинцовой оболочке

Запайка свинцовой муфты. После сращивания всех жил соединяемых кабелей, а в конденсаторных муфтах после укладки конденсаторов сросток обматывают миткалевой лентой, которую заделывают петлёй.

При устройстве прямой соединительной спайкн бронированных кабелей применяют муфты с продольным разрезом (фиг. 62, *а*) или цилиндрические муфты без разреза (фиг. 62, *б*).

Муфты с двумя продольными разрезами (фиг. 62, *в*) применяют в качестве конденсаторных муфт; при соединении голых освинцованных кабелей применяют муфты с поперечным разрезом (фиг. 62, *г*).

Края всех муфт перед установкой залуживают.

Запайку свинцовых муфт производят припоем марки ПОС-30. После окончания запайки муфты производят измерение изоляции кабеля для того, чтобы быть уверенным, что спайка выполнена хорошо.

Монтаж и заливка чугунных муфт. Перед монтажем чугунной муфты производят соединение свинцовой оболочки каждого из концов соединённых кабелей с их бронёй. Это соединиение осуществляют несколькими витками медной проволоки, припаиваемой к свинцовой оболочке и броне.

Кроме соединения брони каждого кабеля с его свинцовой оболочкой, броню одного конца кабеля электрически соединяют с бронёй другого конца кабеля. После этого производят монтаж чугунной муфты с заливкой её кабельной массой марки МБ-100, нагретой до 130—140°С. Затем кабель и муфту засыпают слоем земли или песка толщиной 10 *см*, поверх этого слоя укладывают слой кирпичей и затем котлован засыпают окончательно слоями грунта толщиной 15—20 *см* с последующей трамбовкой каждого слоя.

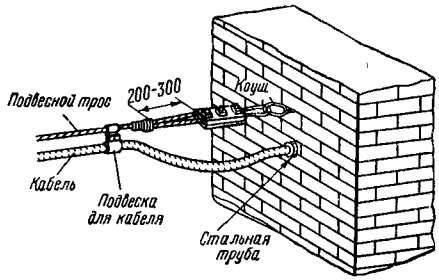
Оборудование вводов и монтаж оконечных устройств

Оборудование вводов. При подземном вводе кабели, как правило, вводят в шахту, размещаемую в подвальном помещении станции. Кабели большой ёмкости распаивают в шахте на распределительные кабели ёмкостью до 10 четвёрок. Распайку кабелей производят в распределительных муфтах (фиг. 68).

Если в станцию вводят кабели, проложенные в канализации, то против здания станции оборудуют станционный колодец, соединяемый с шахтой блоком из труб или тоннелем.

При вводе в здание станции одного-двух кабелей допускается их ввод через отверстие в фундаменте, пробиваемое на уровне дна траншеи, в которое закладывают стальную или керамическую трубу.

Воздушный ввод кабеля в здание осуществляют в соответствии с фиг. 292.



Фиг. 292. Воздушный ввод кабеля в здание

Монтаж оконечных устройств заключается в разделке кабелей в оконечных муфтах, боксах и кабельных ящиках.

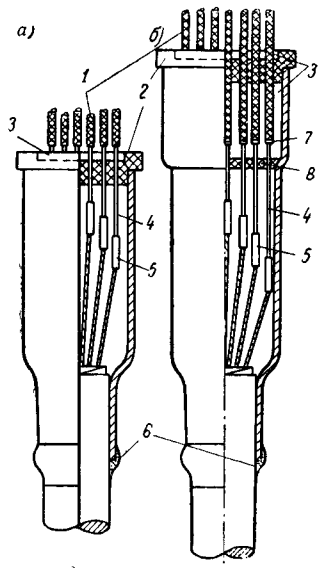
Разделка кабеля в оконечных муфтах. Разделку конца кабеля в оконечной муфте с двумя крышками (фиг. 293, *б*), устанавливаемой в сырых помещениях, и разделку кабелей в кабельных ящиках производят так же, как и при монтаже соединительной муфты. Жилы кабеля в этом случае соединяют с выводными проводниками марки ПРГ, если четвёрки кабеля предназначены для связи в полосе тональных частот; жилы четвёрок, предназначенные для высокочастотной связи, соединяют с жилами кабеля марки СРГ или с экранированными проводниками.

После сращивания жил место спайки защищают свинцовой муфтой, припаиваемой к свинцовой оболочке кабеля, а затем устанавливают и заделывают нижнюю эбонитовую крышку.

После этого муфту укрепляют на стене, стойке или в кабельном ящике и заливают её верхнюю часть кабельной массой, а затем, когда масса остынет, заделывают верхнюю крышку.

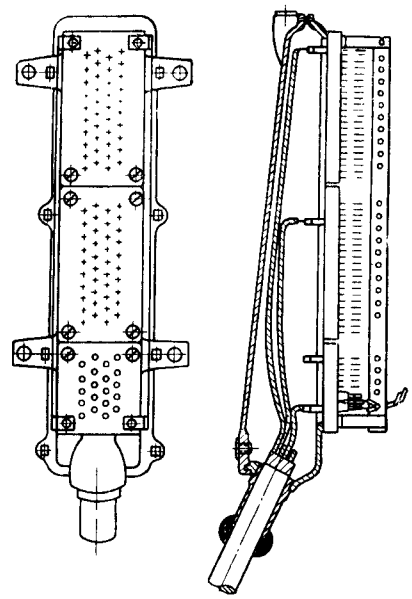
При установке оконечной муфты с одной эбонитовой крышкой монтаж её выполняют в соответствии с фиг. 293, *а*. Эти муфты предназначены для установки в сухих помещениях.

Разделка кабеля в боксах. Разделку кабелей с кордельно-бумажной изоляцией производят следующим образом: разделанный конец кабеля вводят в патрубок бокса и припаивают жилы кабеля к соответствующим штифтам бокса (фиг. 294).



Фиг. 293. Монтаж оконечной муфты: *1*—провод марки ПРГ; *2*—эбонитовая крышка; *3*—кабельная масса; *4*—резиновая изоляция; *5*—бумажная гильза; *6*—припой; *7*—заделка оплётки; *8*—внутренняя эбонитовая крышка

Затем припаивают свинцовую оболочку кабеля к патрубку бокса и заливают последний кабельной массой марки МТ-2, нагретой до температуры 120°С.



Фиг. 294. Монтаж (зарядка) бокса для кабелей с кордельно-бумажной изоляцией

Для оконечной заделки экранированных пар и высокочастотных цепей применяют экранированные боксы (фиг. 70).

При заделке в боксах кабелей с кордельно-стирофлексной изоляцией жил заливку боксов производят кабельной массой марки МТ-2, изготовляемой по второму рецепту (табл. 95).

Температура массы при заливке бокса должна быть не более 65—70°С.

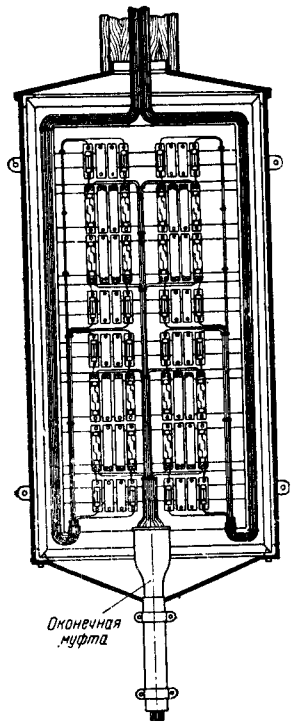
Зарядка боксов, применяемых на местных телефонных сетях и устанавливаемых в здании телефонной станции или в распределительных шкафах, состоит из следующих основных операций.

Разделывают конец кабеля длиной, равной внутренней длине бокса (фиг. 69) плюс две длины плинта при зарядке 100- и 50-парных боксов или 1,5 длины плинта при зарядке 30- и 20-парных боксов.

Прошпарку жил производят кабельной массой марки МТ-1. Затем вводят конец кабеля в бокс и припаивают его свинцовую оболочку к наружному краю втулки бокса. После этого производят разбивку повивов кабеля, укладку и спайку жил в соответствующие перья плинтов бокса с заливкой головок винтов с задней стороны плинтов кабельной массой марки МТ-3.

Затем производят электрические испытания запаянного кабеля, заливку бокса массой марки МТ-2 и заделку верхней крышки.

Монтаж и установка кабельных ящиков. Заделка кабеля в боксах кабельных ящиков, применяемых на сетях местной телефонной связи (фиг. 37), производится аналогично описанной заделке боксов.



Фиг. 295. Монтаж кабельного ящика

Оконечная заделка кордельных кабелей и телеграфных кабелей с бумажно-масляной изоляцией жил в кабельном ящике для междугородных линий (фиг. 36) осуществляется при помощи оконечных муфт с двумя эбонитовыми крышками, заделываемых, как указано выше. Перед установкой кабельного ящика на кабельной опоре к верхним клеммам цоколей разрядников подключают провода марки ПР, которые собираются в общий жгут, идущий к оконечной муфте (фиг. 295).

От верхних клемм цоколей разрядников к нижним клеммам соответствующих цоколей предохранителей прокладывают перемычки из того же провода. К нижним клеммам цоколей разрядников подводят общий земляной провод.

Затем кабельный ящик устанавливают на кабельной опоре и производят заземление его корпуса.

Для ввода в кабельный ящик воздушных проводов на верхнее отверстие кабельного ящика надставляют деревянный жёлоб с отверстиями для фарфоровых воронок, через которые внутрь жёлоба вводят воздушные провода. Воздушный ввод осуществляют проводами ПРГ или СРГ, которые в кабельном ящике подключают к верхним клеммам соответствующих цоколей плавких предохранителей.

Затем ранее подготовленные провода ПРГ сращивают с жилами кабеля в оконечной муфте. Кабель прикрепляют к опоре при помощи скоб и от механических повреждений защищают угловой сталью.

МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ СЦБ

При монтаже кабелей СЦБ выполняют работы по разделке кабеля СОБ в разного рода муфтах, на кабельной стойке и в путевых ящиках, а также работы по разделке силового кабеля в муфтах различных типов и в концевой воронке.

Разделка кабеля СОБ в концевой муфте. Процесс разделки кабелей СОБ в концевых муфтах бутылочного типа (фиг. 83) состоит из операций, показанных на фиг. 296, *а—ж*. Для заливки муфты применяют кабельную массу марки МБ-90.

Если кабель укладывают на участках с электротягой, то свинцовую оболочку соединяют с бронёй проволокой, которую припаивают к броне и оболочке.

Допускается также соединение жил с проводом ПРГ при помощи скрутки с последующей спайкой припоем ПОС-40, как это показано на фиг. 297.

На электрифицированных участках крепление концевой муфты в релейных шкафах, будках и постовых зданиях производят к деревянным брускам или к металлическим основаниям, изолированным от земли при помощи фибровых втулок и шайб.

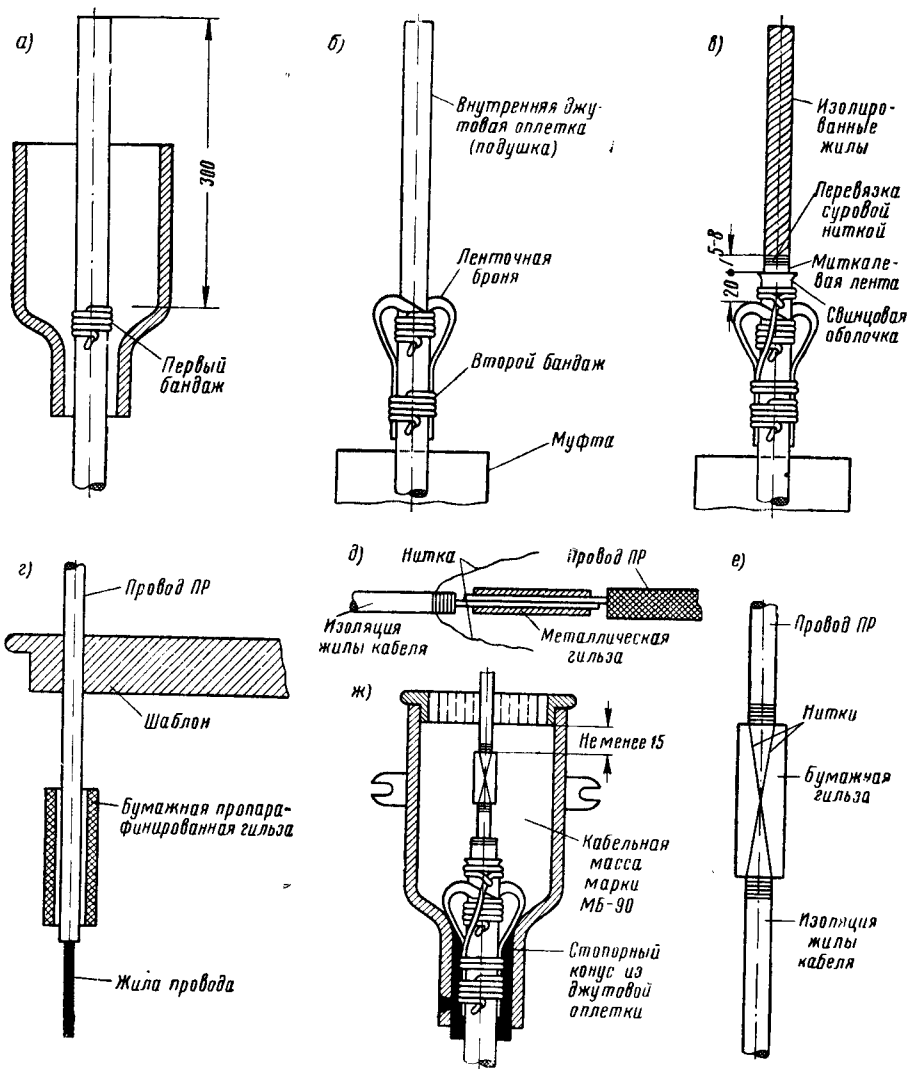
Разделка кабеля СОБ в стрелочной муфте. При разделке кабеля СОБ в стрелочной муфте на разделываемый конец кабеля надевают предохранительную стальную трубу и нижний фланец стрелочной муфты. Затем производят разделку кабеля так, как показано на фиг. 298.

При укладке кабеля на электрифицированных участках железных дорог производят соединение свинцовой оболочки с бронёй, которое выполняют при помощи припайки медной проволоки сечением 2,5 *мм*^{2} к свинцовой оболочке и выходящей из фланца броне кабеля (фиг. 298, *г*).

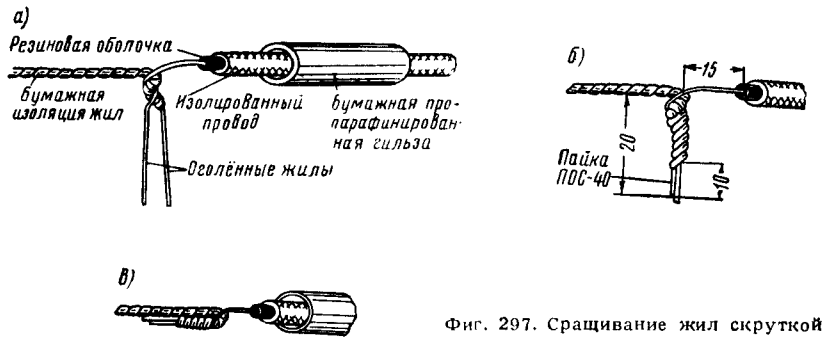
Муфту заливают кабельной массой до уровня, показанного на фиг. 299.

После того как масса остынет, производят подключение жил к плинтам, причём на каждой жиле оставляют запас в виде 2—3 витков диаметром 10—12 *мм*.

На неэлектрифицированных участках под одну из клемм включают заготовленную ра-



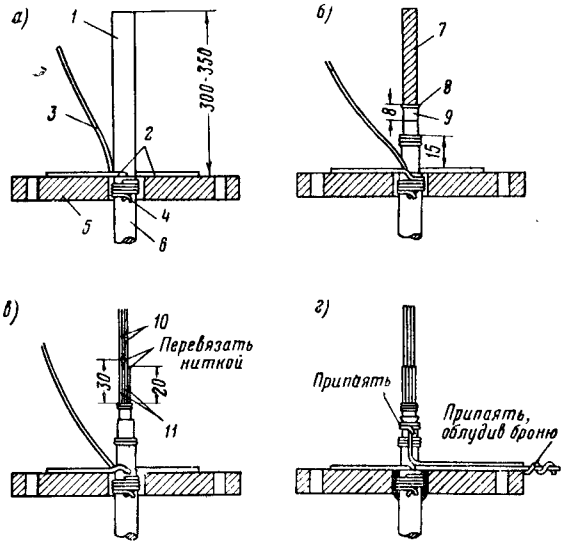
Фиг. 296. Разделка кабеля СОБ в концевой муфте и сращивание жил при помощи гильз



Фиг. 297. Сращивание жил скруткой

нее полоску брони или две свитые броневые проволоки.

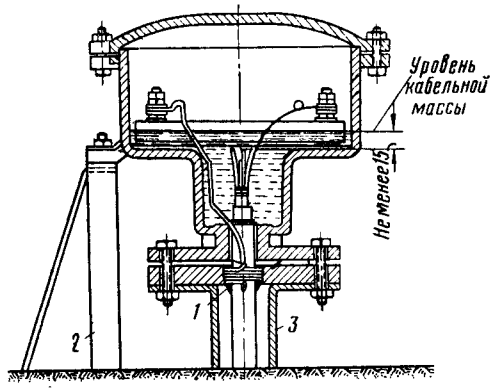
На электрифицированных участках изолируют корпус муфты от заземлённого основания и от фланцев бронированного шланга путём замены крепящих болтов на более



Фиг. 298. Разделка кабеля СОБ в стрелочной муфте: *1*—внутренняя джутовая оплётка; *2*—ленточная броня; *3*—полоска из ленточной брони; *4*—бандаж; *5*—нижний фланец муфты; *6*—наружная джутовая оплётка; *7*—изолированные жилы; *8*—перевязка суровой ниткой; *9*—миткалевая лента; *10*—токопроводящие жилы; *11*—изоляция жил

тонкие и установки фибровых втулок, шайб и прокладок (фиг. 300).

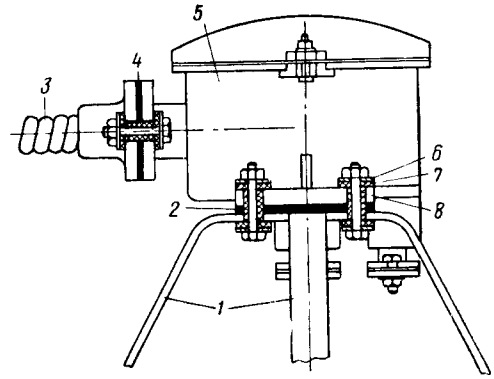
Для изоляции ушек муфты от основания между их плоскостями также прокладывают фибровую прокладку.



Фиг. 299. Смонтированная стрелочная муфта: *1*—стопорный конус; *2*—основание; *3*—предохранительная труба

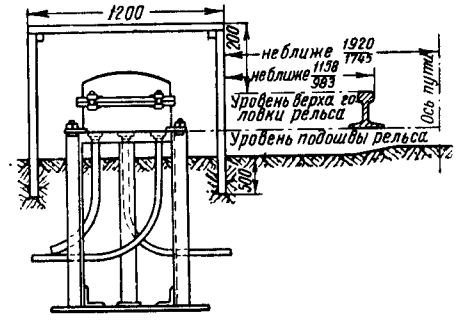
Разделка кабеля СОБ в групповой муфте. Групповые муфты устанавливают на основании, для которого роют в земле котлован с таким расчётом, чтобы дно муфты было расположено на уровне подошвы ближайшего рельса (фиг. 301).

Если муфты устанавливают на электрифицированном участке железной дороги, то корпус муфты изолируют от основания, как показано на фиг. 302.



Фиг. 300. Способ изолирования стрелочной муфты на электрифицированных участках железных дорог: *1*—основание; *2*—фибровая прокладка; *3*—шланг; *4*—прокладка из фибры, резины или прорезиненной парусины; *5*—муфта; *6*—металлическая шайба; *7*—фибровая шайба; *8*—фибровая втулка

При разделке кабелей в групповой муфте сначала разделывают групповой кабель, а затем индивидуальные. Разделка кабелей в групповой муфте производится так же, как и в стрелочной муфте, но на неэлектрифици-



Фиг. 301. Установка групповой муфты

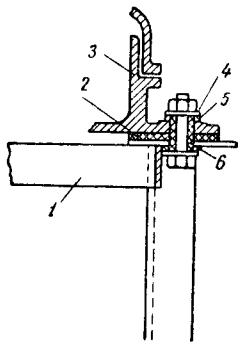
рованных железных дорогах полоску брони в групповую муфту не вводят. На электрифицированных железных дорогах, так же как и в стрелочных муфтах, производят соединение свинцовых оболочек кабелей с бронёй; как на электрифицированных, так и на неэлектрифицированных железных дорогах в групповых муфтах производят соединение брони группового кабеля с бронёй всех индивидуальных кабелей при помощи медного провода сечением 2,5 *мм*^{2}.

После ввода и укрепления кабелей фланцами разделывают жилы кабелей и затем заливают ячейки групповой муфты кабельной массой так, чтобы её уровень был на 15—20 *мм* выше обреза бумажной изоляции жил (фиг. 303).

Когда кабельная масса остынет, жилы кабелей включают в соответствующие клеммы.

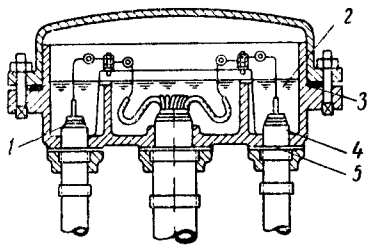
Разделка кабеля СОБ в сигнальных муфтах. Сигнальные муфты укрепляют к фланцу

трубы, выходящей из боковой наружной части светофорного фундамента или к боковой стенке светофорного шкафа. Идущий к сигнальной муфте кабель защищают стальной предохранительной трубой.



Фиг. 302. Изолирование корпуса муфты от основания: *1*—основание; *2*—фибровая прокладка; *3*—муфта; *4*—металлическая шайба; *5*—фибровая шайба; *6* — фибровая втулка

Разделка кабеля в сигнальных муфтах на неэлектрифицированных железных дорогах производится так же, как и в стрелочных муфтах, но без ввода полоски брони в муфту. На электрифицированных участках железных дорог при разделке кабеля в сигнальной муфте производят металлическое соединение свинцовой оболочки кабеля с бронёй.



Фиг. 303. Разделка и монтаж кабеля СОБ в групповой муфте: *1*—свинцовая оболочка; *2*—кабельная масса; *3*—резиновая прокладка; *4*—смоляная лента; *5*—проволочная броня

Корпус муфты изолируется от светофорного основания или шкафа.

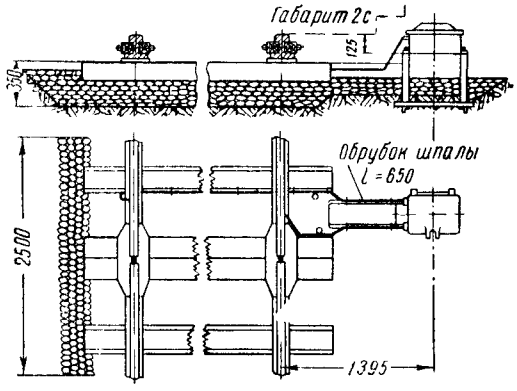
Разделка кабеля СОБ в кабельных стойках (бутлегах). Разделка кабеля СОБ в кабельных стойках производится аналогично разделке кабеля в стрелочной муфте, но без ввода полоски брони в кабельную стойку. На электрифицированных участках железных дорог при длине бутлежного кабеля более 50 *м* производят соединение его свинцовой оболочки с бронёй.

Специальная изоляция свинцовой оболочки и брони бутлежного кабеля от корпуса и трубы кабельной стойки при помощи фибровых прокладок и втулок не производится, но трубу стойки снаружи и внутри обмазывают гудроном, смолой или кабельной массой.

Разделка кабеля СОБ в путевых ящиках. Путевые ящики устанавливаются в соответствии с фиг. 304 и 305. Входящие в путевые ящики кабели для защиты от механических повреждений прокладывают в стальных трубах.

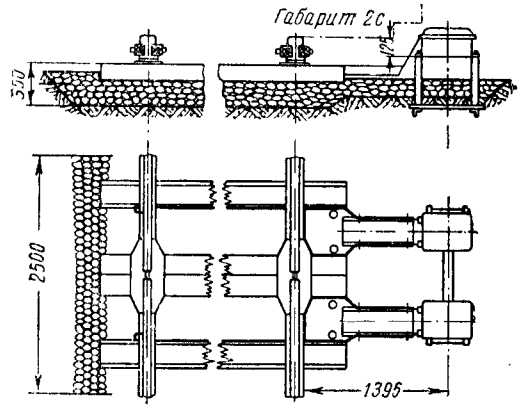
Разделка кабеля марки СОБ в путевых ящиках на участках с паровой тягой производится так же, как в концевых муфтах, т. е. с наращиванием жил гибким изолированным проводом марки ПРГ сечением 1 *мм*². Соединение жил с проводом производится как при помощи медных гильз, так и скруткой-спайкой.

Разделка брони производится так же, как в стрелочных муфтах, но без вывода полоски брони в ящик.



Фиг. 304. Установка путевого ящика с одним трансформатором

В трансформаторных ящиках для трансформаторов РТЭ-1 и РТ-1 соединение жил идущего с поста кабеля с кабельной перемычкой следующего ящика производится на зажимах клемм этого ящика.



Фиг. 305. Установка спаренных ящиков для трансформаторов

В трансформаторном ящике для реле ДСР соединение жил идущего с поста кабеля с кабельной перемычкой следующего ящика производится в самом ящике при помощи медных гильз без наращивания проводов. Жилы кабеля, предназначаемые для включения местной обмотки и контактов реле ДСР, наращивают проводом и подключают под зажимы клемм ящика.

При разделке кабеля марки СОБ в путевых ящиках на электрифицированных участках производят металлическое соединение свинцовой оболочки с бронёй кабеля так же,

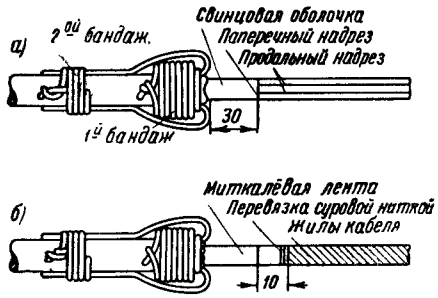
как при разделке кабеля в стрелочной муфте.

Кроме того, корпус путевого ящика изолируют от заземлённого основания аналогично тому, как это показано на фиг. 302.

Разделка кабеля СОБ в чугунных соединительных и тройниковых муфтах. В месте установки соединительной или тройниковой муфты траншея расширяется для укладки запаса кабеля.

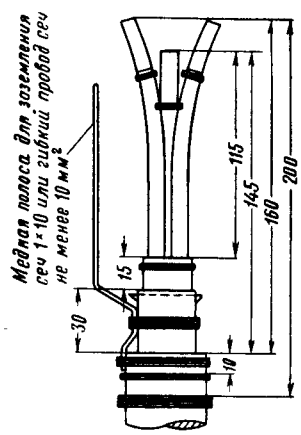
Разделку концов кабеля производят, как показано на фиг. 306.

При этом производят соединеиие между собой броии кабелей путём спайки внутри муфты гибких голых проводов сечением 2,5 *мм*², припаянных к броне соединяемых кабелей.



Фиг. 306. Разделка кабеля СОБ в соединительной муфте

На электрифицированных участках железных дорог, кроме соединения между собой брони сращиваемых кусков кабеля, соединяют свинцовую оболочку кабеля с его броиёй.



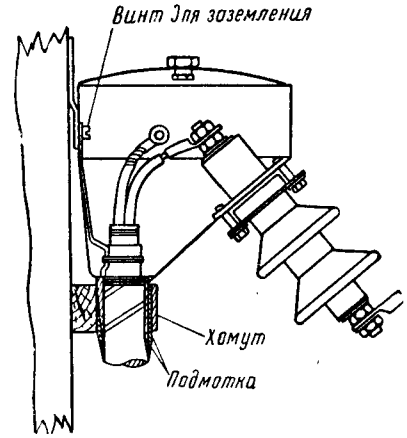
Фиг. 307. Разделка конца силового кабеля

Соединение жил кабелей в муфте производят при помощи медных гильз или скруткой жил с последующей их спайкой.

Разделка силового кабеля в концевой мачтовой муфте. При устройстве кабельных вставок в трёхфазную высоковольтиую цепь автоблокировки оконечиую разделку силового кабеля производят в устаиавливаемых на опорах линии автоблокировки концевых мачтовых муфтах системы инж. Фирсова (фиг. 56).

Разделку кабеля в этой муфте производят, как показано на фиг. 307.

В процессе разделки кабеля к его броне и к свинцовой оболочке припаивают медную ленту или провод сечением 10 *мм*², второй конец которого после окончания монтажа муфты присоединяют при помощи винта к её корпусу.

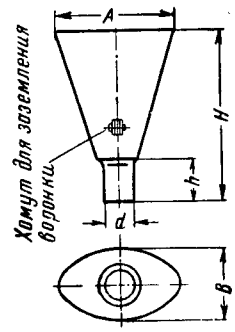


Фиг. 308. Внешний вид кабельной воронки

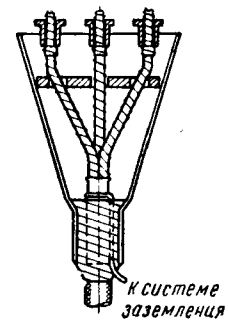
На концы жил припаивают наконечники, которые закрепляются при помощи гаек на стержнях проходных изоляторов.

Жилы кабеля прошпаривают массой марки МТ-1, а муфту заливают кабельной массой марки МК-45.

После окончания монтажа муфту укрепляют на опоре специальным хомутом (фиг.308).



Фиг. 309. Концевая воронка



Фиг. 310. Концевая воронка с разделанным кабелем

Разделка силового кабеля в концевой воронке. Оконечиую разделку силовых кабелей иапряжением до 10 *кв* в закрытых помещениях производят в концевых воронках (фиг. 309) из кровельного железа, размеры которых в зависимости от числа жил кабеля и напряжения выбирают по табл. 166.

Смонтированная концевая воронка имеет вид, показанный на фиг. 310. При монтаже её круговые надрезы на свинцовой оболочке делают в соответствии с табл. 167.

К оболочке и броне кабеля припаивают провод сечением 10 *мм*² и длиной 250 *мм*.

Таблица 166

Размеры концевых воронок

Тип воронки	Сечение кабеля в *мм*² при указанном числе жил и напряжении					Размеры в *мм* (фиг. 309)				
	двухжильные		трёхжильные		четырёхжильные	*d*	*A*	*B*	*H*	*h*
	1 *кв*	1 *кв*	2—6 *кв*	10 *кв*	1 *кв*					
В-115	До 10	До 6	—	—	—	20	80	48	115	35
В-145	16—25	10—16	—	—	До 6	25	100	60	145	40
В-205	35—70	25—50	До 16	—	10—16	35	150	91	205	50
В-235	95—150	70—120	25—50	До 16	25—50	45	167	101	235	50
В-270	185—240	150—185	70—120	25—50	70—120	55	200	121	270	55
В-310	—	240—300	150—185	70—120	150—185	65	217	131	310	65

После установки муфты конец этого провода присоединяют к заземлению. На жилы кабеля напаивают наконечники.

При установке воронки в сыром помещении на жилах кабеля выше распорной шайбы на расстоянии 50—60 *мм* от верхнего края воронки снимают изоляцию на длине 30—40 *мм* (делают «замок»).

Воронку закрепляют на месте установки при помощи кронштейна или П-образной скобы и затем заливают кабельной массой марки МБ-90 (отапливаемые помещения) или МБ-70 (неотапливаемые помещения).

Монтаж силовых кабелей в чугунных соединительных муфтах. Монтаж силовых кабелей напряжением до 1 *кв* производят в чугунных соединительных муфтах.

Тип муфт для соединения трёхжильных кабелей выбирают по табл. 168 в зависимости от сечения жил кабелей.

Концы жил кабелей соединяют при помощи спайки в медных гильзах. Свинцовые оболочки и броню обоих концов кабелей соединяют при помощи гибкого медного провода сечением не менее 10 *мм*².

Таблица 167

Разметка надрезов свинцовой оболочки

Напряжение в *кв*	Расстояние в *мм*		Примечание
	от обреза брони до первого надреза оболочки *С*	между надрезами оболочки *П*	
1	15—25	10—15	Для воронок *В*-115, *С*=15 и *П*=10
6	25	25	Для воронок *В*-145, *С*=20 и *П*=10
10	30	30	

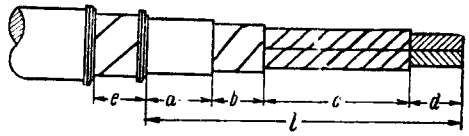
Таблица 168

Муфты для соединения трёхжильных кабелей

Тип муфты	Сечение жил кабеля в *мм*	Расстояние от конца кабеля до бандажа в *мм*
С-35-М	До 10	245
С-50-М	16—35	300
С-65-М	50—95	365
С-75-М	120—185	420

При установке муфты в земле или неотапливаемом помещении её заливают кабельной массой марки МБ-70, а в отапливаемом помещении — массой марки МБ-90.

Разделка силовых кабелей в свинцовых соединительных муфтах. Сращивание силовых кабелей на напряжение выше 1 *кв*, а также кабелей на напряжение 1 *кв*, прокладываемых в сырых местах, производят в свинцовых соединительных муфтах, которые в свою очередь заключают в стальные сварные кожухи или в защитные чугунные муфты.



Фиг. 311. Разделка силового кабеля для свинцовой соединительной муфты

При монтаже кабелей в свинцовых соединительных муфтах концы соединяемых кабелей разделывают в соответствии с данными табл. 169 и фиг. 311.

Размер *e* на фиг. 311 определяется по формуле $e = 50$ *мм* + ширина хомута шейки защитного кожуха.

Жилы кабелей соединяют при помощи спайки в медных гильзах. Для прошпарки

Таблица 169

Разделка концов соединяемых кабелей

Сечение жил кабеля в мм²	3—6 кв			3 кв		6 кв		10 кв			
	a	b	d	c	l	c	l	b	c	d	l
6	75	25	25	120	245	—	—	—	—	—	—
10	75	25	30	115	245	115	245	30	160	30	295
16	75	25	30	115	245	115	245	30	180	35	320
25	75	25	35	135	270	135	270	30	180	35	320
35	75	25	35	135	270	135	270	30	180	35	320
50	75	25	35	135	270	135	270	30	180	35	320
70	80	25	35	160	300	155	295	30	200	35	345
95	80	25	40	155	300	150	295	30	195	40	345
120	80	25	40	155	300	175	320	30	195	40	345

применяют кабельную массу марки МТ-1. Жилы в месте соединения изолируют несколькими слоями бумажной пропитанной ленты. Толщину бумажной изоляции в месте соединения жил берут в зависимости от напряжения кабеля, с таким расчётом, чтобы она была не менее 3 *мм* при 3 *кв*, 5 *мм* — при 6 *кв* и 7 *мм* — при 10 *кв*.

После изолировки отдельных жил на них накладывают общую изоляцию из нескольких слоёв бумажной ленты так, чтобы толщина изоляции была равна 3 *мм*.

Запаянную свинцовую муфту заливают кабельной массой МК-45 через прорубленные в стенке муфты треугольные отверстия.

Заливочные отверстия запаивают после остывания массы.

Заземление свинцовой муфты производят путём соединения её свинцовой оболочки с бронёй кабеля и с защитным кожухом при помощи гибкого медного проводника сечением не менее 10 *мм*².

Запаянную свинцовую муфту помещают в защитный кожух, который после этого также заливают кабельной массой марки МБ-70.

МЕХАНИЗАЦИЯ ЛИНЕЙНЫХ РАБОТ

Рытьё ям под опоры

Наибольшую производительность труда по рытью ям под опоры можно обеспечить, применяя комбинированный бур-столбостав типа БКГМ-АН, смонтированный на автомашине марки ГАЗ-67.

Этот агрегат роет ямы цилиндрической формы глубиной до 1,5 *м* с диаметром отверстия 0,35—0,50 *м*. Время бурения одной ямы в грунтах мягких и твёрдых составляет от 40 сек. до 1 мин.; в грунтах, замёрзших на глубине 0,6—0,8 *м*, затрачивается до 2—2,5 мин.

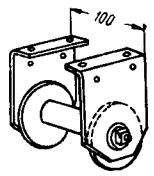
Бригада, работающая с бурмашиной, состоит из двух человек — водителя и бурильщика.

Производительность бурмашины в течение восьмичасового рабочего дня с учётом времени на передвижение по трассе составляет в среднем 65—80 ям в зависимости от твёрдости грунта.

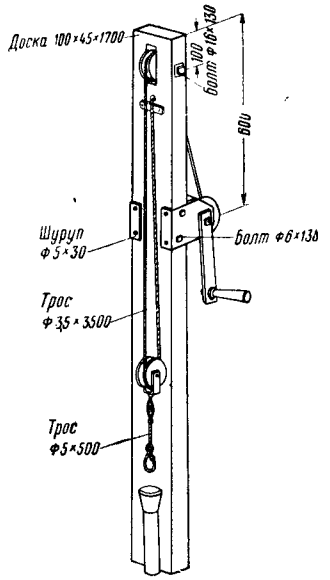
Полный вес бурильной машины (с весом заправленного автомобиля ГАЗ-67) составляет 1 900 *кг*; высота машины в походном положении 2 170 *мм*, а в рабочем положении с поднятой стрелой 4 300 *мм*; высота наинизшей части машины над поверхностью земли 235 *мм*; наибольшая скорость автомашины 90 *км* в час; грузоподъёмность 0,4 *т*; расход горючего на 100 *км* пробега машины 15 *л*. Примерно столько же горючего расходуется и за время работы по рытью ям в течение восьмичасового рабочего дня.

На трассе, трудно проходимой для бурильных машин, может быть применён взрывной способ рытья ям. В состав работы при рытье ям этим способом входят: заготовка отверстия (глубиной, на 10—15 *см* меньшей глубины будущей ямы) для закладывания взрывчатого вещества (в. в.), заполнение отверстия в. в., производство взрыва и подчистка ямы от осыпавшегося грунта.

Работа выполняется бригадой из четырёх человек (в составе бригады должен быть обязательно специалист взрывного дела, имеющий право на производство взрывных работ).



Фиг. 312. Вороток



Фиг. 313. Стойка ручного воротка

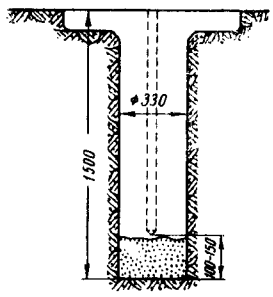
Заготовка отверстия под в. в. осуществляется путём забивки в землю лома.

Вытаскивание лома из земли осуществляется при помощи ручного воротка (фиг. 312) с двумя блоками, смонтированными на деревянной стойке (фиг. 313).

В качестве взрывчатого вещества применяют порошкообразный аммонит или аммонал. В отверстие вставляется капсюль с заделанным концом бикфордова шнура длиной

около 1 *м*. После поджигания бикфордова шнура взрывник должен удалиться не менее чем на 40 *м* от места взрыва.

Яма, получающаяся после взрыва, имеет цилиндрическую форму (фиг. 314). Остаток



Фиг. 314. Форма ямы, полученной взрывным способом в мягком и твёрдом грунтах

грунта удаляется из ямы при помощи ковша-лопаты. Используя взрывной способ, бригада может в течение рабочего дня заготовить 50—60 ям. Расход в. в. на одну яму составляет около 0,6 *кг*.

Хранение в. в. и капсюлей осуществляется в соответствии со специальными инструкциями.

В зимнее время отверстие для закладки взрывчатого вещества заготовляется при помощи нагретых ломов.

Формы ям, получающиеся при взрывах в мёрзлом грунте, изображены на фиг. 315.

Обработку горловин таких ям с целью расширения отверстия производят или вручную при помощи лома-пешни и ковша-лопаты или же путём дополнительного взрывания.

В течение рабочего дня таким способом бригада из четырёх человек может заготовить около 30 ям. Расход в. в. на одну яму около 0,75 *кг*.

Расход угля составляет 8 *кг* на 4 часа работы.

При наличии скалистого грунта заготовку отверстий для закладки в. в. можно выполнить при помощи электробура типа ЭР-5; трёхфазный электромотор этого электробура работает при напряжении 120—220 *в* и потребляет мощность 1,7 *квт*.

Для питания электробура в полевых условиях удобно использовать передвижную электростанцию, например типа ЖЭС-2 (железнодорожная передвижная электростанция мощностью 2 *ква*).

При работе электробуром его снабжают спиральным буравом с пластинкой из твёрдого сплава (фиг. 316).

При бурении в отверстие следует подливать воду.

После того как отверстие будет высверлено на глубину 0,5—0,6 *м*, его заполняют примерно на $^3/_4$ в. в. и закладывают капсюль с бикфордовым шнуром. Оставшуюся свободной часть отверстия засыпают землёй и утрамбовывают её.

После взрыва яму очищают от обломков породы. Дальнейшее углубление ямы осуществляют повторением тех же операций.

Производительность бригады из трёх человек в течение рабочего дня составляет в среднем 4 ямы.

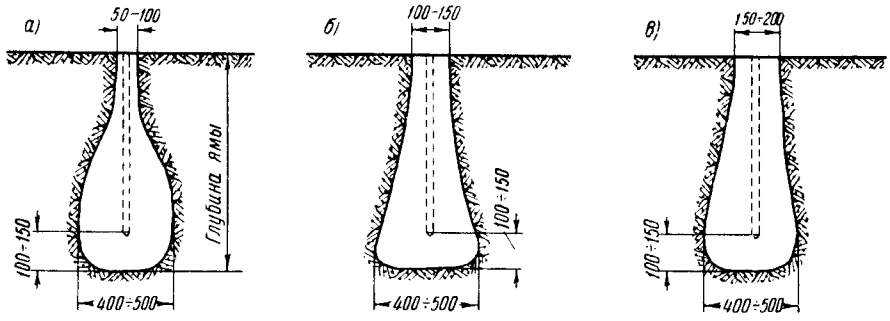
Расход в. в. на одну яму равен около 1 *кг*.

При строительстве и ремонте линий связи для рытья ям не всегда оказывается возможным и целесообразным применение бурильных машин и взрывного способа (труднопроходимая трасса, малый фронт работ, выборочный характер работ и т. п.).

В этих случаях для рытья ям могут быть рекомендованы более простые инструменты и приспособления, к числу которых относятся ковш-лопата, ручной бур и лопата-подборка.

Ковш-лопата конструкции В. М. Нефёдова состоит из двух совков *а* (фиг. 317), насаженных на деревянные ручки *б* и связанных между собой шарниром *в*. Совки изготовляют из листовой стали марки Ст. 5 толщиной 2 *мм*.

В болотистом грунте яму легко рыть одной ковш-лопатой без каких-либо дополнительных инструментов; при рытье ям в мягком грунте рабочий должен в комплекте с ковш-лопатой иметь ещё обычную штыковую лопату для снятия верхнего слоя земли, а при рытье ям в твёрдом грунте, кроме того, ещё лом-пешню для рыхления грунта



Фиг. 315. Формы ям, полученные взрывным способом в промёрзшем грунте: *а*—в сильно промёрзшем суглинистом грунте; *б*—в промёрзшем суглинистом грунте; *в*—в слабо промёрзшем грунте

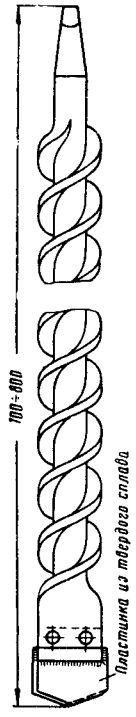
Время, затрачиваемое на рытьё ямы ковш-лопатой, составляет от 15 до 25 мин. в зависимости от характера грунта.

Для рытья ям может быть рекомендован также ручной винтовой бур (фиг. 318), состоящий из трубчатой штанги *а* с наконеч

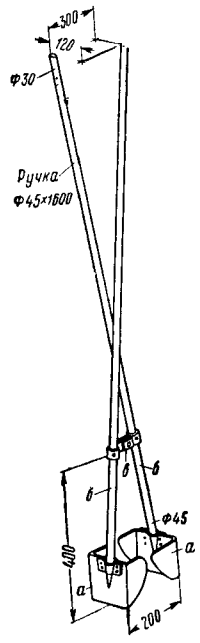
ником *б*, рукояткой *д*, направляющей спирали *в* и режущего диска *г*.

Диск диаметром 350 *мм* имеет режущую кромку и может быть изготовлен из листовой стали Ст. 7 толщиной 4—4,5 *мм*.

Работа с буром выполняется двумя рабочими. Яма, вырытая ручным буром, имеет форму цилиндра диаметром около 400 *мм*.



Фиг. 316. Бурав с пластинкой из твёрдого сплава



Фиг. 317. Ковш-лопата

Время, затрачиваемое на бурение одной ямы глубиной 1,5—1,7 *м*, в грунтах мягких и средней твёрдости составляет 10—15 мин.

При выборочной замене опор для рытья ям может быть рекомендован также комплект инструмента, состоящий из обычной штыковой лопаты, лома-пешни и лопаты-подборки (фиг. 319).

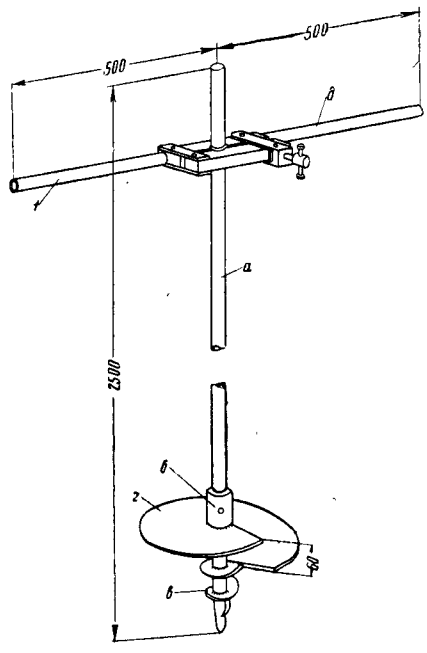
Ямы, вырытые таким комплектом инструмента, имеют одну ступеньку, за счёт чего несколько уменьшается объём выбрасываемого грунта. Благодаря выгнутой нижней части лопаты она позволяет легко захватывать и удалять из ямы предварительно разрыхлённый грунт.

Установка, замена и ремонт опор

Перед развозкой столбов и арматуры по трассе линии целесообразно произвести ряд подготовительных работ, сосредоточив их на строительной площадке. К числу таких работ относятся: очистка и опиловка столбов, заготовка врубок для траверс, сверление отверстий для крюков и болтов, сборка траверс и др.

Значительное ускорение этих работ на стройплощадках может быть получено при помощи высокопроизводительных электроинструментов (электропил и электросверлилок).

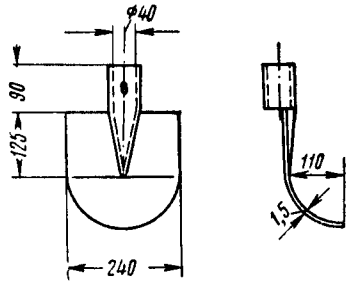
Для приведения в действие электроинструментов к стройплощадке подаётся электроэнергия от местной сети переменного тока; при отсутствии местной электроэнергии на стройплощадке могут быть использованы передвижные электростанции типа ЖЭС-2 или



Фиг. 318. Общий вид ручного бура

ЖЭС-4,5 (мощностью 4,5 *ква*) с напряжением 230/130 *в*.

Для сверления отверстий в столбах можно применить электросверлилку типа ЭСД-26 с буравами диаметром 16—14 *мм*. Характеристику электросверлилки см. ТСЖ, т. 5, стр. 456.



Фиг. 319. Лопата-подборка

Для очистки столбов целесообразно применять различного рода струги.

Для опиловки столбов может быть применена цепная электропила, например типа ЭПЦ-1.

Работа этой пилой производится двумя рабочими. На стройплощадке может быть применена и другая электропила типа ЦНИЛ-ЛЗ-К-5, более лёгкая (весом 9,5 *кг*) и более удобная в работе, так как она обслуживается одним рабочим. Однако известным затруднением к её использованию является необходимость иметь для её питания генератор переменного тока частотой 200 *гц*.

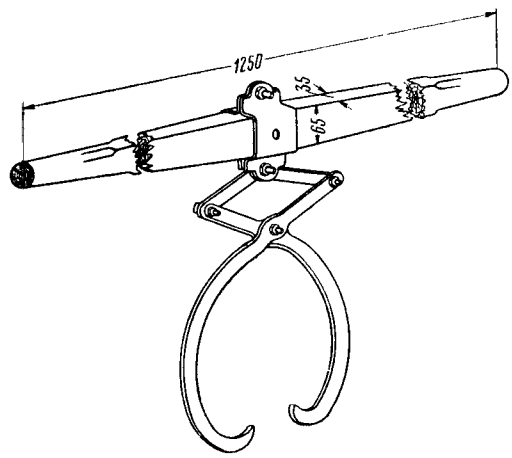
Техническая характеристика цепной электропилы ЭПЦ-1

Электромотор трёхфазного переменного тока мощностью	1,5 *квт*
Частота переменного тока . .	50 *гц*
Напряжение	220 *в*
Ширина пропила	9 *мм*
Наибольший диаметр реза . .	480 *мм*
Скорость резания	6,7 *м/сек*
Вес электропилы	35 *кг*

При постройке линий с траверсным профилем на стройплощадке производится также работа по оснастке траверс штырями и подкосами.

При закреплении штырей и подкосов довёртывание гаек до упора можно производить, применяя электросверлилку типа ЭСД-26 с торцевым гаечным ключом.

При переноске столбов и особенно пропитанных в пределах стройплощадки целесообразно применять очень простое шарнирное приспособление для переноски столбов (фиг. 320).



Фиг. 320. Приспособление для переноски столбов

Для удержания столбов в определённом положении, например при сверлении отверстий или при навёртывании крюков, а также для кантовки столбов применяют рычажное приспособление (фиг. 321).

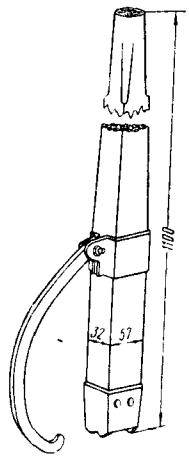
Перевозка столбов со строительных площадок или со складских пунктов на трассу линии осуществляется на автомашинах с прицепами, на дрезинах с прицепами и на железнодорожных платформах.

Для облегчения и ускорения процесса погрузки столбов может быть применена ручная лебёдка грузоподъёмностью до 300 *кг*. Способ крепления лебёдки к деревянной стойке показан на фиг. 322.

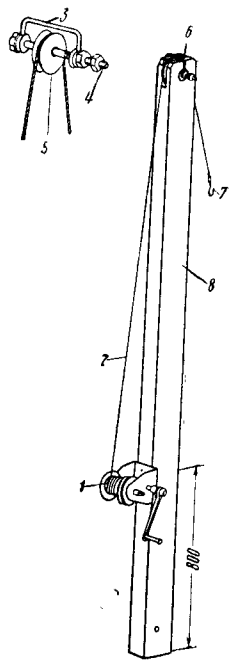
Способ погрузки столбов на автомашину с прицепом при помощи ручной лебёдки изображён на фиг. 323

Для установки опор в заранее подготовленные ямы наиболее целесообразно применять упомянутый выше комбинированный бур-столбостав типа БКГМ-АН. При наличии широкого фронта работ и удобопроходимой трассы этим агрегатом водитель и рабочий могут обеспечить установку 120 опор в течение 8 час.

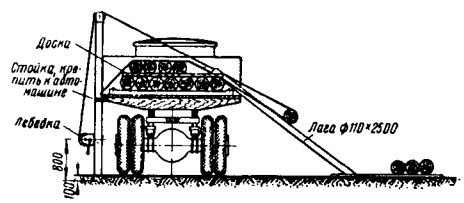
Грузоподъёмность крана-столбостава 300 *кг*, длина устанавливаемых опор может достигать 8,5 *м*.



Фиг. 321. Рычажное приспособление для кантовки столбов



Фиг. 322. Стойка с ручной лебёдкой: *1* — лебёдка; *2*—стальной трос диаметром 3,5 *мм*, длина троса 30 *м*; *3*—скоба из стальной проволоки диаметром 4 *мм*; *4*— болт диаметром 16×110 *мм*; *5—6* блок; диаметром 120×10 *мм*; *7*—крючок; *8*—стойка 100×45×2 350 *мм*



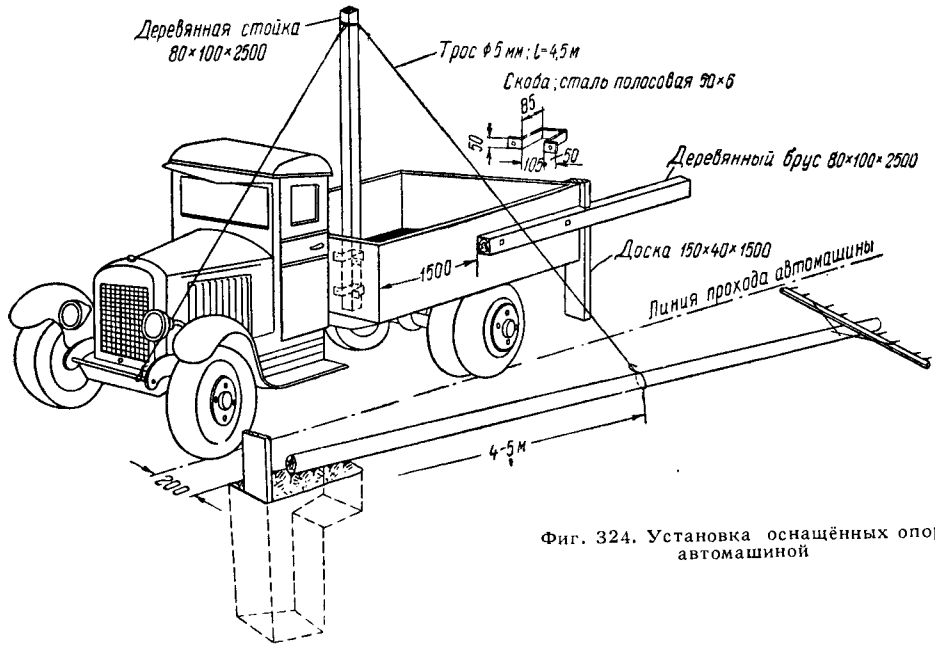
Фиг. 323. Погрузка столбов на автомашину с прицепом

Выправка опоры, засыпка ямы и утрамбовка земли производятся отдельной бригадой рабочих из трёх человек.

Установку опор можно производить при помощи обычной грузовой автомашины, используя при этом её тяговое усилие по способу, предложенному Коншиным Н. Н. Спо-

соб оснащения автомашины и установки опоры показан на фиг. 324.

Продвижение автомашины при подъёме опоры происходит на первой скорости.



Фиг. 324. Установка оснащённых опор автомашиной

В положении, близком к вертикальному, опора под действием собственной тяжести опускается в яму, и в этот момент шофёр останавливает автомашину.

При установке и замене опор выборочным способом, а также при работах на трассе, трудно проходимой для автомашины, для установки опор применяют способ «падающей стрелы» (подробно см. ТСЖ, т. 3, стр. 706).

При необходимости устанавливать непосредственно в грунт неоснащённые опоры выполнять эту работу очень быстро и легко можно при помощи грузовой автомашины по способу, предложенному В. М. Нефёдовым. При этом способе погружеиные на автомашину с прицепом столбы при развозке по трассе линии не сбрасываются возле ям, а сразу опускаются в ямы за счёт использования мощности движущейся автомашины (фиг. 325).

Работа выполняется шофёром и двумя рабочими.

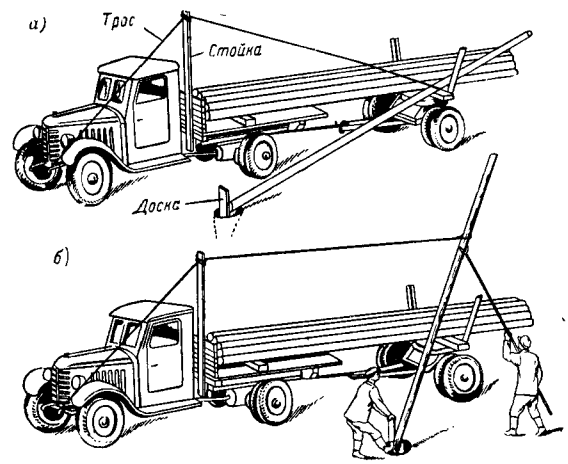
Вслед за автомашиной идёт второе звено рабочих, которое занимается кантовкой столбов, засыпкой ямы и утрамбовкой земли.

Замену опор при ремонте линии очень удобно производить при помощи ручной лебёдки по способу, предложенному Старцевым И. А. (фиг. 326).

Работа по замене опоры, установленной в рельсовые основания, выполняется бригадой, состоящей из двух звеньев, в первое из которых входят один верховой и один низовой рабочий, во второе — два низовых рабочих.

Замену подгнивших деревянных оснований, а также подведение виовь рельсовых или деревянных оснований к подгнившей опоре очеиь удобио производить, не прибегая к развязке проводов, при помощи треноги, как показано иа фиг. 327.

Подъём осевших в искусственных основаниях опор может быть осуществлён одним рабочим при помощи винтового домкрата, например такого, которым пользуются для подъёма легковых автомашин ЗИС-110.

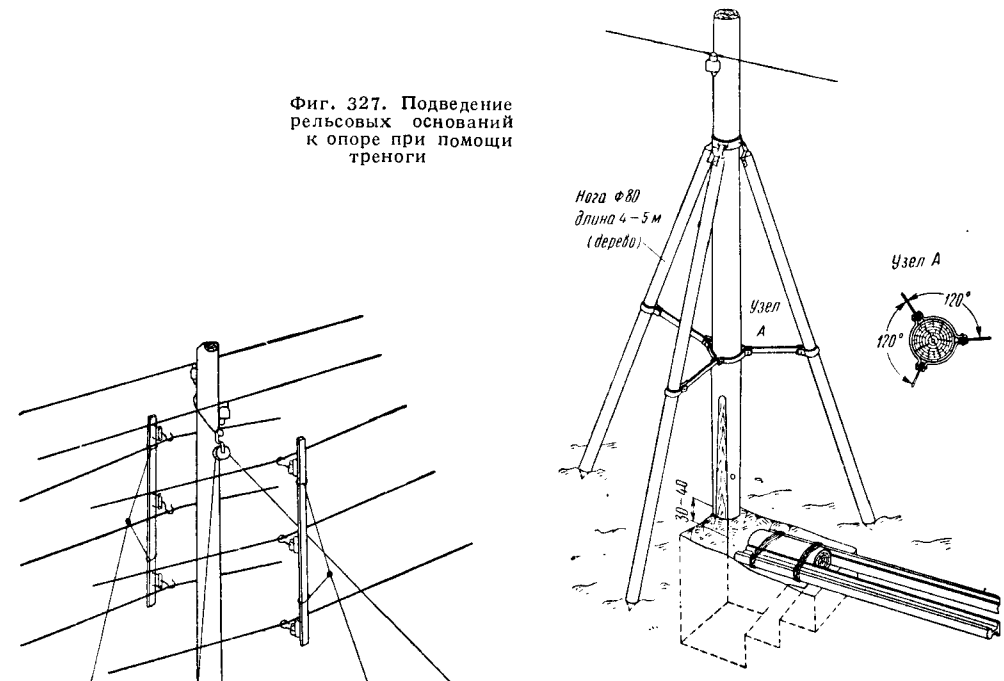


Фиг. 325. Установка неоснащённых опор автомашиной

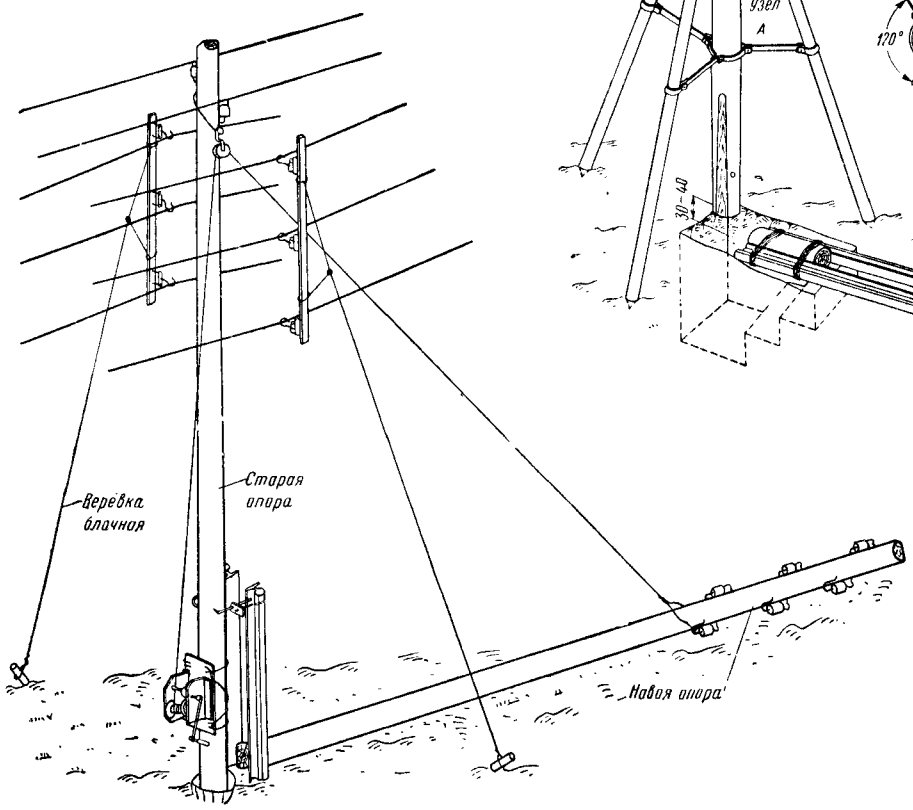
Работа с проводами и изоляторами

Погрузка мотков проволоки на автомашины (или железнодорожные платформы) легко производится силами двух рабочих при помощи стойки с укреплённой на ней ручной лебёдкой.

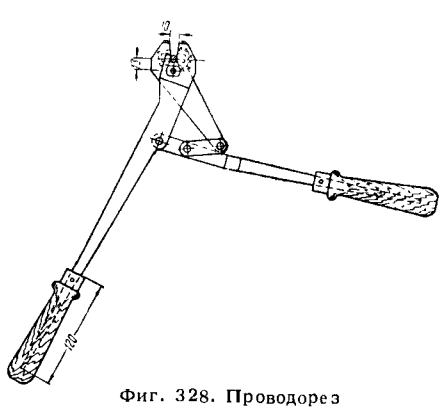
Для подготовки стальных проводов к сварке полезно применять специальный проводорез конструкции Рейника (фиг. 328).



Фиг. 327. Подведение рельсовых оснований к опоре при помощи треноги



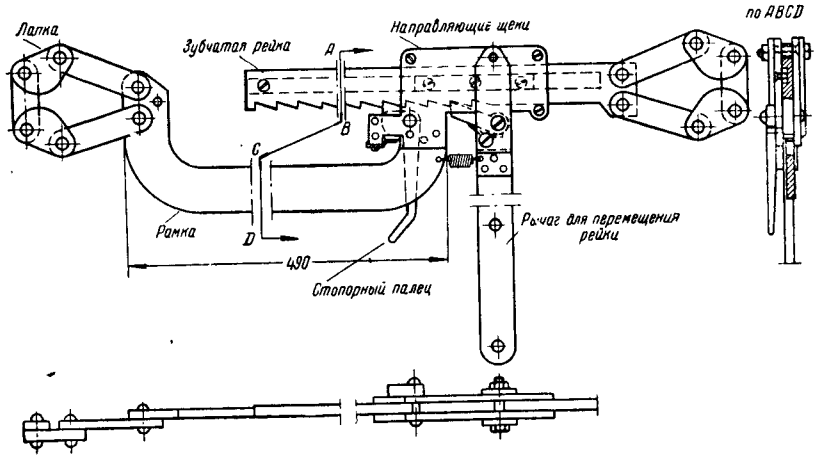
Фиг. 326. Замена опоры в рельсовых основаниях



Фиг. 328. Проводорез

обеспечивающий срезывающее усилие на ножах в 250—700 *кг* при сжатии ручек с силой 5—15 *кг*.

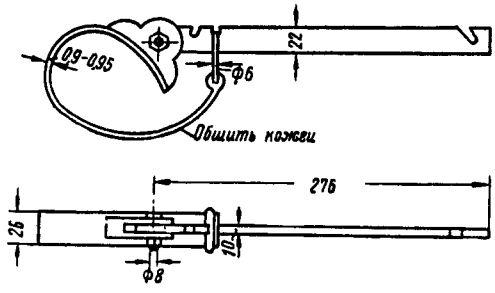
Стягивание проводов при их сварке и испытание прочности сварного шва может быть произведено при помощи прибора Кунцевича (фиг. 329).



Фиг. 329. Прибор конструкции Кунцевича для стягивания стальных проводов и контроля качества сварки

Для облегчения труда на работах по свинчиванию с крюков и штырей туго насаженных изоляторов целесообразно применять специальный ключ конструкции Калашникова (фиг. 330).

Работа ключом состоит в том, что изолятор обхватывают лентой, а рукояткой действуют, как рычагом, свёртывая изолятор с крюка.



Фиг. 330. Ключ конструкции Калашникова для свинчивания крюков

Чистка изоляторов является одной из весьма трудоёмких работ, проводимых в порядке текущего содержания и ремонта воздушных линий.

Приспособление, предложенное Горбачёвым (фиг. 331), позволяет производить чистку внутренних поверхностей изолятора.

Перед чисткой изоляторов на пластинку *а* надевают суконный колпачок, сшитый по форме и размерам самой пластинки.

При чистке рукоятку водят вперёд и назад; при этих движениях пластинка вращается вокруг оси (заклёпки) и поверхностью суконного колпачка очищает внутренние стенки изолятора.

Время чистки составляет 1 ÷ 2 мин.

Приспособление, предложенное Н. Н. Коншиным (фиг. 332), позволяет одновременно чистить как внутренние, так и внешние поверхности изоляторов. Чистка осуществляется при помощи войлочных чехлов *а* и войлока, которым обшиты полуцилиндры *б* из оцинкованной листовой стали. Перед началом чистки изолятор смачивается и посыпается мраморной мукой. Время чистки составляет 1—2 мин.

Для выполнения нормальной вязки проводов на изоляторах промежуточных и угловых опор целесообразно применять приспособление, предложенное А. В. Ивановым и состоящее из деревянной колодки *1* (фиг. 333) с прорезом *2* и двумя отверстиями *3*, в которые вставляется шпилька *4* из медной проволоки диаметром 4 *мм*.

К одной стороне колодки приклёпана латунная пластинка *5*, на которой имеются четыре выступа, а к другой стороне — пластинка *6* с одним выступом.

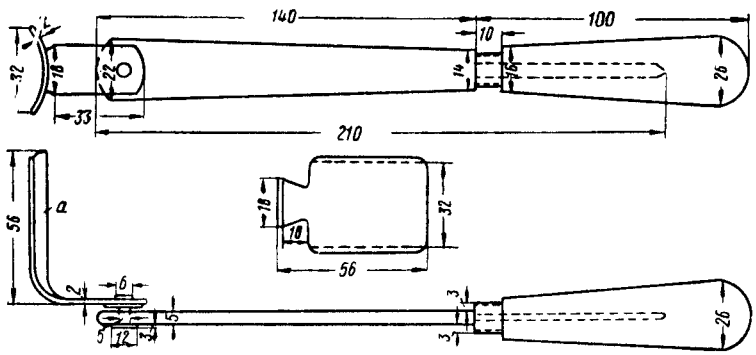
Вязка проводов производится вращением колодки, находящейся в положении, указанном на фиг. 333.

Одиночный выступ, расположенный на другой стороне приспособления, предназначен для развязывания вязки при её замене.

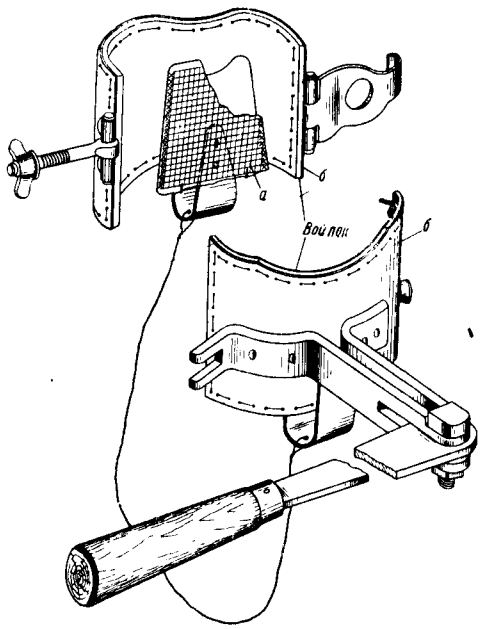
В этом случае приспособление закрепляют на проводе выступом к изолятору, концы вязочной проволоки зацепляют за выступ и приспособление вращают вокруг провода.

Работы по прокладке кабеля

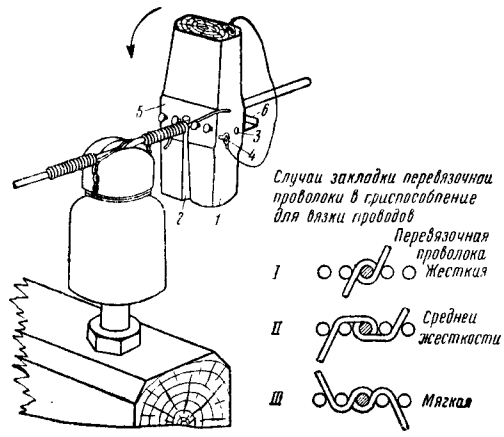
Кабелеукладчик предназначен для прокладки подземного бронированного кабеля без предварительного рытья траншеи. Он представляет собой тележку на гусеничном ходу, сзади которой установлен полый клинообразный нож (фиг. 334). На тележке имеется ось на шариковых подшипниках, на которую устанавливают барабан с кабелем. Конец кабеля пропускают в пустотелый клинообраз-



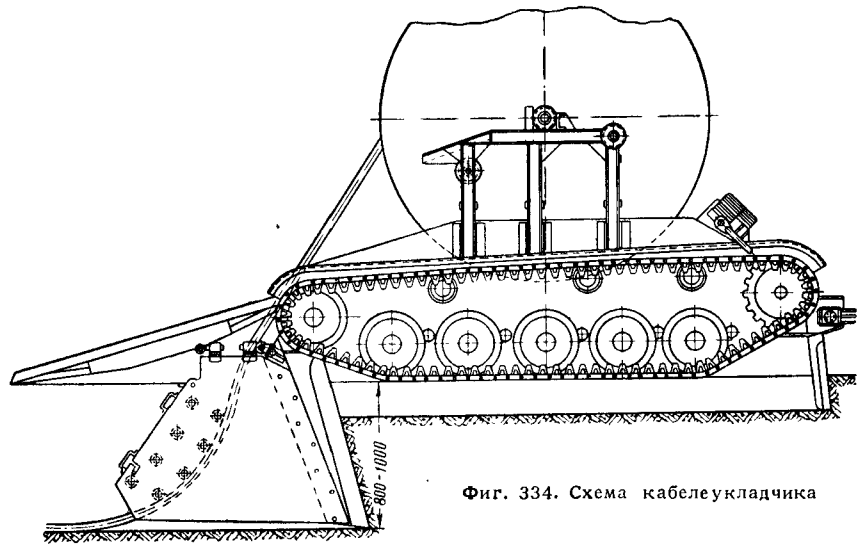
Фиг. 331. Приспособление, предложенное Горбачёвым для чистки изоляторов



Фиг. 332. Машинка конструкции Коншина для чистки изоляторов



Фиг. 333. Приспособление, предложенное А. В. Ивановым для вязки проводов



Фиг. 334. Схема кабелеукладчика

ный нож, внутри которого установлены направляющие ролики.

Вначале углубление ножа в грунт производят вручную, для чего выкапывают котлован глубиной 1 *м*. Выходящий из ножа конец кабеля закрепляют в котловане.

При движенин тележки нож расклиннвает грунт, образуя щель глубиной 0,8 *м*. По мере продвижения ножа кабель разматывают с барабана; в результате кабель постепенно укладывается на дно щели.

Тележка в зависимости от категории грунта передвигается одним или двумя тягачами.

Производительность кабелеукладчика составляет до 5 *км* уложенного кабеля в смену.

Кабелеукладчик может быть применён и для прокладки кабеля через ручьи н небольшие реки.

В последнем случае тягач устанавливают на одном берегу реки, а кабелеукладчик с кабелем на другом. Тросом лебёдки тягача кабелеукладчик постепенно протягивается через реку.

В тех местах, где применение кабелеукладчика затруднительно (населённые пункты, территории железнодорожных станций и т. п.), применяют траншейные экскаваторы, плужные траншеекопатели и механизмы для засыпки траншей после укладки кабеля.

Траншейные экскаваторы (траншеекопатели) различаются по своему рабочему оборудованию и бывают цепные и роторные. В цепных экскаваторах имеются две бесконечные цепи, на которых закреплены ковши открытого типа. У роторных экскаваторов ковши укрепляют на периферии рабочего колеса.

В настоящее время выпущен опытный образец многоковшевого роторного траншеекопателя на базе трактора С-80. Этот копатель обеспечивает ширину траншеи 0,6 *м*, глубину траншеи до 1,5 *м* и скорость копания до 500 *пог. м* в час.

Плужные траншеекопатели ТКС наиболее производительны и специализированы. Основную рабочую часть ТКС составляют нож-лемех, подрезающий грунт в плоскости, параллельной поверхности, и два ножа, подрезающие грунт с боков.

Этот траншеекопатель работает в прицепе с тракторами. При тяжёлых грунтах необходимое тяговое усилие обеспечивается двумя тракторами типа С-80.

Техническая скорость рытья траншеи достигает 1,5 *пог. км* в час. Размеры траншеи следующие: ширина вверху 0,4 *м*, ширина внизу 0,25 *м*, глубина 0,8 ÷ 0,9 *м*.

При отсутствии траншеекопателя ТКС можно применять траншеекопатель КВ, предназначенный для дорожных работ. Траншеекопатель КВ роет траншею глубиной 0,5—0,6 *м*, получаемую за два хода плуга. Ширина её вверху 0,8 *м*. Малая глубина траншеи приводит к необходимости подчистки и докопки её вручную.

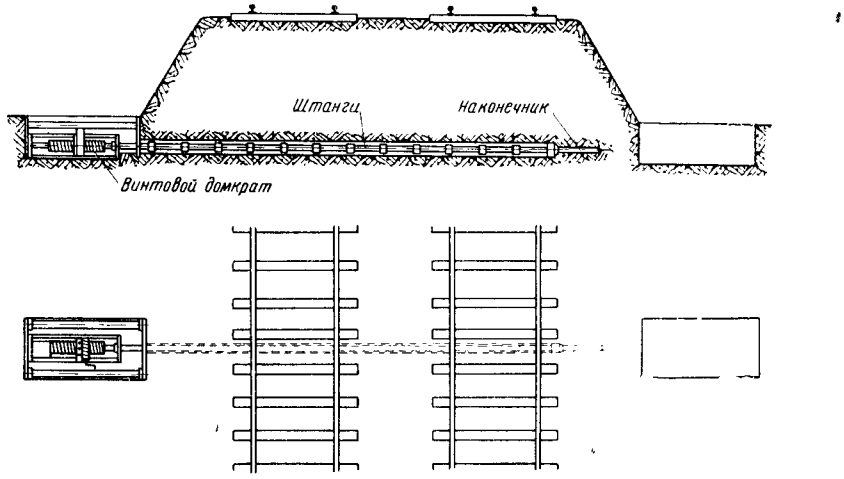
Для засыпки траншей применяют траншеезасыпатель марки ТЗ, рабочей частью которого являются два отвала, установленные под углом.

Передвигается траншеезасыпатель трактором, который устанавливается над траншеей с таким расчётом, чтобы она находилась между его гусеницами. При движении трактора вперёд отвалы траншеезасыпателя сгребают грунт, находящийся по обе стороны траншеи, и засыпают её.

При прокладке кабеля под насыпью железнодорожного полотна или шоссе целесообразно вместо производства раскопок производить бурение или прокалывание грунта.

Для этой цели применяются механизмы для прокалывания грунта с механическим или ручным (фиг. 335) приводом и механизмы для горизонтального бурения с механическим приводом.

Принцип работы механизма для прокалывания грунта заключается в следующем. Стержень диаметром 45 *мм* с остриём на конце зажимается конусами и прокалывает грунт.



Фиг. 335. Механизм для прокалывания грунта

Поступательное движение стержня создаётся червячной парой и винтовым домкратом. Стержни соединяются друг с другом свинчиванием. Одновременно с вынниманием стержней протягивается трос, а затем пропускаются уширители. После протягивания уширителей в отверстие вставляют трубы, в которых будет проложен кабель.

К другим устройствам механизации прокладки кабеля относятся механизмы, указанные в разделе «Постройка кабельных линий связи и СЦБ» данной главы: прицеп для перевозки барабанов, приспособления для погрузки и разгрузки кабелей, колёса для размотки кабеля, моторная или ручная лебёдка для протягивания кабеля и другие приспособления.

ЗАЩИТА ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

ЗАЩИТА ОТ ГРОЗОВЫХ РАЗРЯДОВ И ОТ АВАРИЙ ПРИ КАСАНИИ ПРОВОДОВ СВЯЗИ И ЛИНИЙ СИЛЬНОГО ТОКА

Общие сведения

Аварии устройств связи могут быть вызваны:

а) прямым попаданием молнии в провода и опоры линий связи, а также индуктивным влиянием грозовых разрядов, создающим перенапряжения в проводах связи;

б) непосредственным касанием проводов связи с проводами сильного тока низкого и высокого напряжения;

в) индуктивным влиянием линий сильного тока высокого напряжения.

Защиту опор линий связи от прямых ударов молнии осуществляют при помощи линейных молниеотводов (см. стр. 103).

Возможность непосредственного касания проводов связи и сигнализации с проводами сильного тока ограничивается соблюдением установленных габаритов между проводами линий связи и сигнализации и проводами линий сильного тока, а также соблюдением правил устройства взаимных пересечений этих линий.

Защиту устройств связи, а также лиц, обслуживающих аппаратуру связи и пользующихся этой аппаратурой, от опасных напряжений и токов, возникающих в проводах связи во время грозы и при непосредственном касании проводов связи с проводами сильного тока, осуществляют при помощи устройств, включаемых в провода связи.

Конструкция и электрические данные защитных устройств

К защитным устройствам относятся плавкие предохранители, термические катушки, разрядники и ограничители акустических ударов.

Конструкция и электрические свойства плавких предохранителей приведены в табл. 170.

В табл. 171 приведены типы газонаполненных и угольных разрядников и их электрические и конструктивные характеристики.

Схемы защиты устройств проводной связи

Схемы защиты устройств связи зависят от типа линии связи (воздушная, кабельная и т. п.), а также от наличия пересечений и сближений с линиями сильного тока.

Таблица 170

Электрические характеристики предохранителей

Наименование предохранителя	Тип и обозначение	Номинальный ток предохранителя в *а*
Предохранитель с плавкой спиральной вставкой с ножевыми наконечниками	СН-0,15 СН-0,5	0,15 0,5
Предохранитель с плавкой спиральной вставкой с коническими наконечниками	СК-0,15 СК-0,5	0,15 0,5
Термическая катушка . . .	ТК-0,15	0,15

Таблица 171

Электрические характеристики разрядников

Наименование разрядника	Тип и обозначение	Разрядное напряжение в амплитудных *в*
Газонаполненный двухэлектродный с искровым разрядником на 1 000 *в*, расположенным на цоколе .	РА-350	350±40
Газонаполненный бариевый двухэлектродный	РБ-280	280±30
Газонаполненный бариевый трехэлектродный	3РБ-280	280±30
Угольный с воздушным зазором от 0,065 до 0,07 *мм*	УР-500	Не более 500
То же, с воздушным зазором от 0,12 до 0,13 *мм* .	УР-800	Не более 800

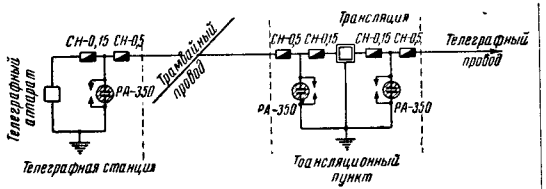
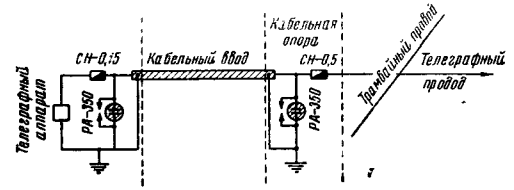
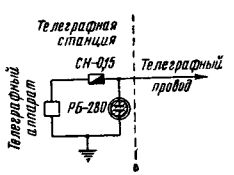
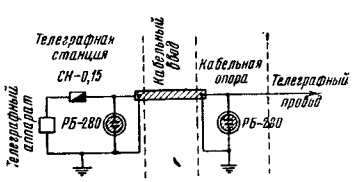
В табл. 172 приведены различные схемы защиты в соответствии с требованиями ГОСТ 5238-50 «Защита установок проводной связи от опасных напряжений и токов, возникающих на линиях связи».

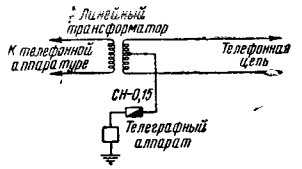
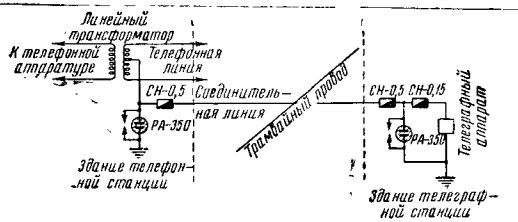
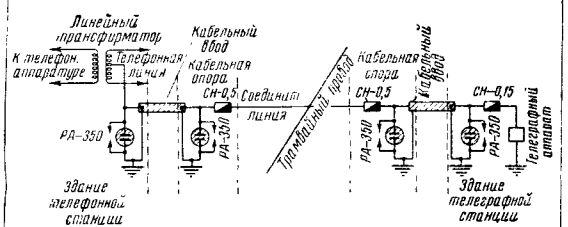
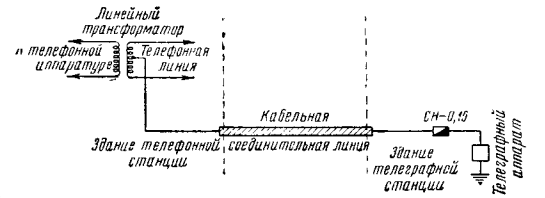
В соответствии с приведёнными в табл. 172 схемами защищают установки связи на междугородных телефонно-телеграфных сетях и на сетях местной железнодорожной связи.

Эти схемы не распространяются на сети вещания, на устройства связи энергосистем, линии которых обслуживаются как высоковольтные, на цепи СЦБ, а также на устройства связи, расположенные внутри защитного заземляющего контура устройств сильного

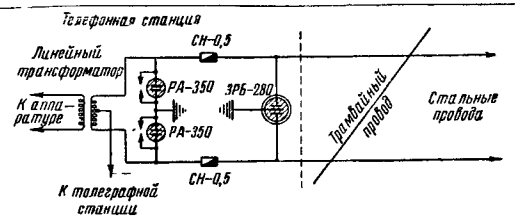
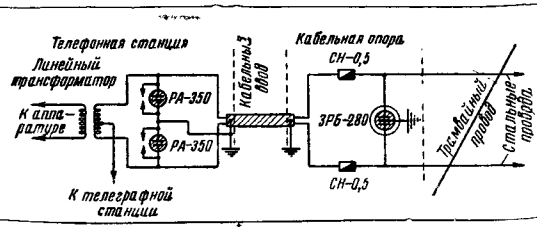
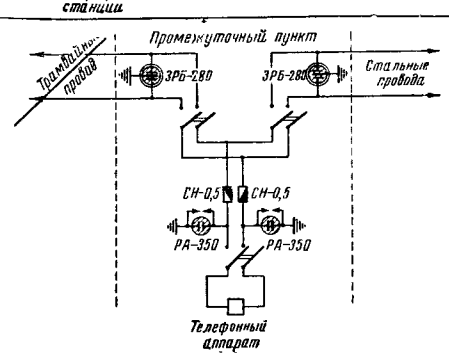
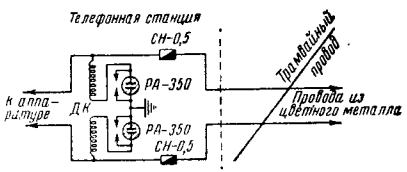
Таблица 172

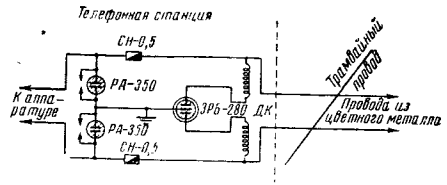
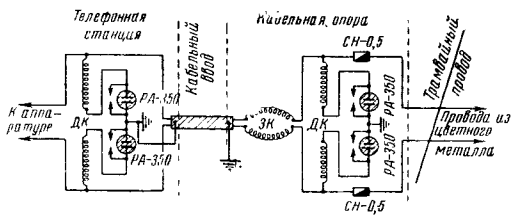
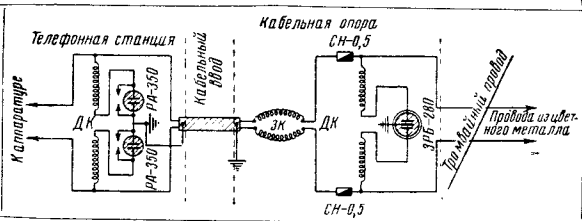
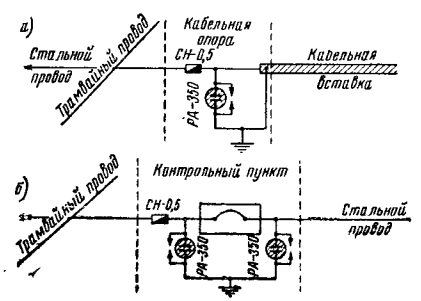
Схемы защиты устройств проводной связи

№ схемы	Назначение схемы защиты	Схема размещения защитных элементов	Примечания
	Защита установок связи на междугородных телефонно-телеграфных сетях		
1	Защита телеграфных станций, расположенных в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом и работающих по телеграфным проводам при воздушном вводе		При отсутствии трамвая и троллейбуса предохранители СН-0,5 не устанавливаются
2	Защита телеграфных станций, расположенных в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом и работающих по телеграфным проводам при кабельном вводе воздушного телеграфного провода		1. Разрядники на станционной стороне кабельного ввода можно не устанавливать при условии, что сопротивление заземления для разрядников, включённых на кабельной опоре, не превышает 2 *ом*. 2. См. примечание к схеме 1
3	Защита телеграфной станции при опасном влиянии линий электропередач (воздушный ввод телеграфного провода)		
4	Защита телеграфной станции при опасном влиянии линий электропередач (кабельный ввод воздушного телеграфного провода)		См. примечание 1 к схеме 2

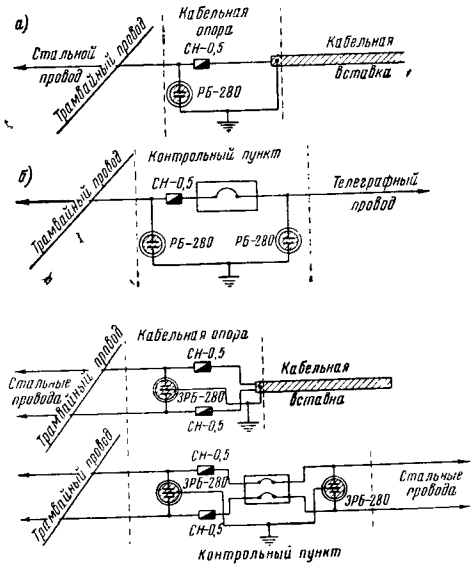
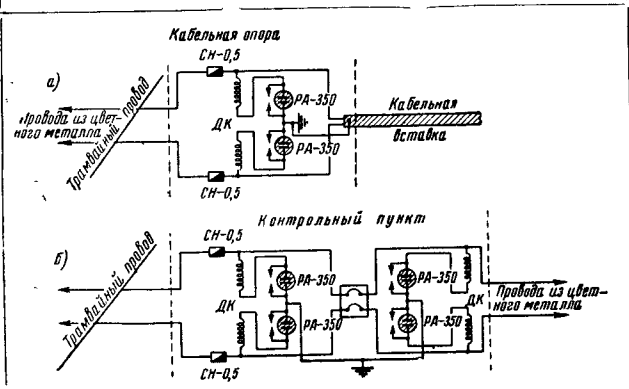
5	Защита телеграфного аппарата, присоединённого к средней точке линейного трансформатора или дросселя двухпроводной воздушной телефонной цепи (аппарат установлен в здании телефонной станции)		
6	Защита телеграфных и телефонных станций со стороны воздушной соединительной линии, если эти станции расположены в разных зданиях и находятся в населённом пункте с трамваем или троллейбусом		См. примечание к схеме 1
7	Защита телеграфных и телефонных станций со стороны воздушной соединительной линии, если эти станции расположены в разных зданиях и находятся в населённом пункте с трамваем или троллейбусом, а воздушная соединительная линия имеет кабельные вводы в здания		См. примечание 1 к схеме 2 и примечание к схеме 1
8	Защита телеграфных и телефонных станций со стороны кабельной соединительной линии, если эти станции находятся в разных зданиях какого-либо населённого пункта (при подземном кабеле)		
9	Защита телеграфных и телефонных станций со стороны кабельной соединительной линии, если эти станции находятся в разных зданиях какого-либо пункта, а кабельная соединительная линия осуществлена воздушным кабелем		Трос, на котором подвешен кабель с металлической защитной оболочкой, должен быть заземлён по концам и на промежуточных опорах с таким расчётом, чтобы расстояние между заземлениями было не более 250 *м*. Сопротивление каждого заземления для троса не должно превышать 25 *ом*

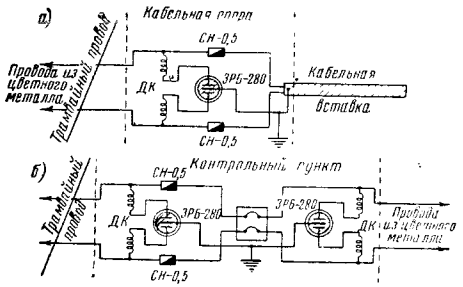
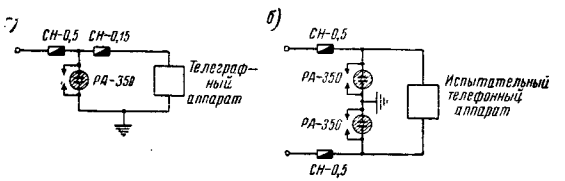
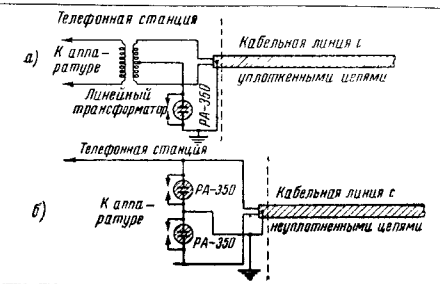
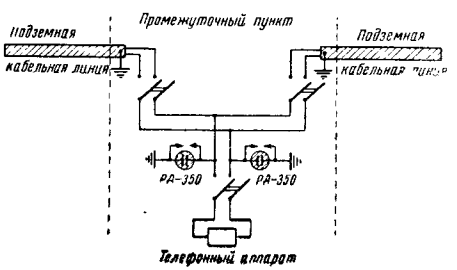
Продолжение табл. 172

№ схемы	Назначение схемы защиты	Схема размещения защитных элементов	Примечания
10	Защита телефонных станций, усилительных пунктов и оконечных пунктов избирательной связи, расположенных в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом и находящихся в зоне опасного влияния линий электропередачи (воздушный ввод проводов)		1. Разрядники типа ЗРБ-280 устанавливаются только в зоне опасного влияния линий электропередачи. 2. При отсутствии трамвая и троллейбуса предохранители СН-0,5 не устанавливаются, а если при этом линия связи проходит в зоне опасного влияния линии электропередачи (установлены разрядники типа ЗРБ-280), то не устанавливаются также и разрядники типа РА-350
11	Защита телефонных станций, усилительных пунктов и оконечных пунктов избирательной связи, расположенных в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом и находящихся в зоне опасного влияния линий электропередачи, если воздушная линия имеет кабельный ввод		1. При отсутствии зоны опасного влияния линии электропередачи разрядник ЗРБ-280 не устанавливают, но на кабельной опоре до предохранителей СН-0,5 со стороны станций устанавливают разрядники типа РА-350. 2. См. примечание к схеме 1. 3. См. примечание 1 к схеме 2
12	Защита промежуточных пунктов избирательной связи по концам участка стальных проводов, если линия связи в пределах этого участка проходит через населённые пункты с трамваем или троллейбусом в зоне опасного влияния линий электропередачи		1. При отсутствии зоны опасного влияния линий электропередач разрядники типа ЗРБ-280 не устанавливают, а показанные на схеме предохранители СН-0,5 включают в линейные провода, пересекающиеся с трамвайными или троллейбусными проводами. 2. См. примечание 2 к схеме 10
13	Защита телефонных станций, расположенных в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом и работающих по проводам из цветного металла (воздушный ввод проводов)		1. При отсутствии трамвая и троллейбуса предохранители СН-0,5 не устанавливают. 2. *ДК*—дренажная катушка, служащая для снижения помех в каналах уплотнённой цепи. 3. Для установок работающих по проводам из цветного металла, но вступивших в эксплоатацию до введения ГОСТ 5238-50, включение дренажных катушек обязательно в тех случаях, когда по этим проводам осуществляются частотное телеграфирование, фотосвязь или передача вещания

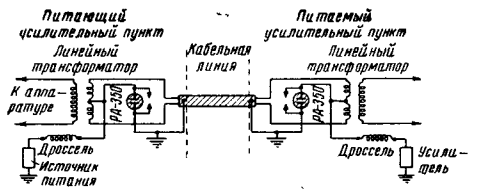
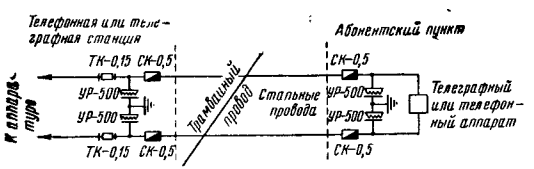
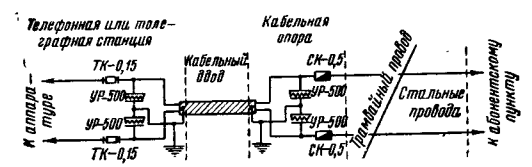
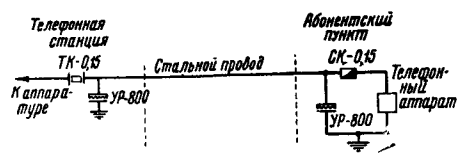
14	Защита телефонных станций, расположеиных в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом и работающих по проводам из цветного металла при наличии зоиы опасного влияния линии электропередачи (воздушный ввод проводов)		См. примечания к схеме 13
15	Защита телефоиных стаиций, расположеиных в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом и работающих по проводам из цветного металла (воздушная цепь с кабельным вводом)		1. *ЗК*—запирающая катушка, служащая для снижения помех в каналах уплотнённой цепи. 2. При защите установок, работающих по стальным проводам, используемым для частотного телеграфирования, применяют эту же схему, но запирающие катушки не устанавливают. 3. Для установок связи, работающих по проводам из цветного металла, включение запирающих катушек обязательно только в случае уплотнения цепи 12-канальиой системой. 4. См. примечание 1 к схеме 2. 5. См. примечания к схеме 13
16	Защита телефонных стаиций, расположенных в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом и работающих по проводам из цветного металла при наличии зоны опасного влияния линии электропередачи (воздушиая цепь с кабельным вводом)		1. См. примечание 1 к схеме 2. 2. См. примечаиия к схеме 13. 3. См. примечание 3 к схеме 15
17	Защита кабельной вставки *а* и контрольного пункта *б*, если воздушная линия проходит через населённый пункт с трамваем или троллейбусом (при стальных проводах)		1. При отсутствии трамвая или троллейбуса на участке воздушной линии предохранители СН-0,5 не устанавливают. 2. Если стальная цепь используется для частотного телеграфирования, то кабельная вставка и контрольный пункт защищаются по схеме 19. 3. Допускается защита контрольных пунктов на стальных неуплотнённых цепях только искровыми разрядниками на 1 000 *в*, расположенными на цоколе РА-350; при этом предохранители СН-0,5 и разрядники РА-350 в схеме *б* не устанавливаются. В этом случае испытательные телефонные и телеграфные аппараты защищаются по схеме 21. 4. См. примечание 3 к схеме 13

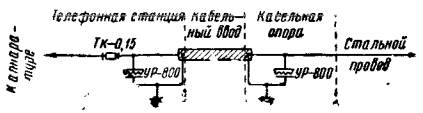
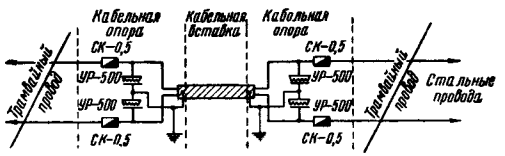
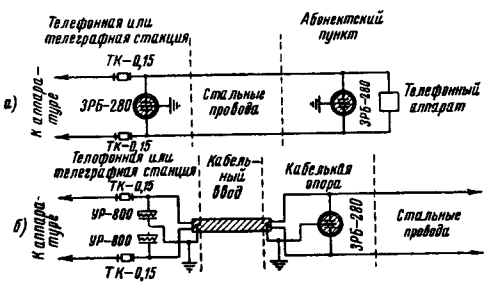
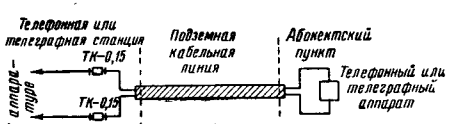
Продолжение табл. 172

№ схемы	Назначение схемы защиты	Схема размещения защитных элементов	Примечания
18	Защита кабельной вставки *а* и контрольного пункта *б*, если воздушная линия проходит через населённый пункт с трамваем или троллейбусом и находится в зоне опасного влияния линии электропередачи: 1) для однопроводных стальных цепей 2) для двухпроводных стальных цепей		1. См. примечания 1 и 3 к схеме 13. 2. На каждой стальной цепи, используемой для частотного телеграфирования, кабельная вставка и контрольный пункт должны быть защищены так же, как и цепи из цветного металла (см. схему 19)
19	Защита кабельной вставки *а* и контрольного пункта *б*, если воздушиая линия проходит через населённый пункт с трамваем или троллейбусом (при проводах из цветного металла)		1. См. примечания 1 и 3 к схеме 13

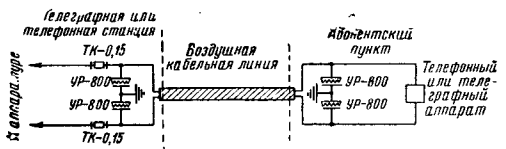
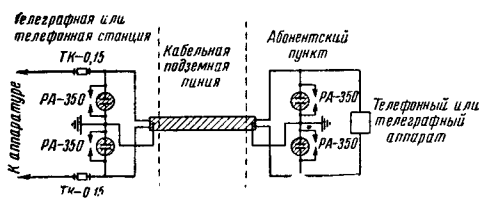
20	Защита кабельной вставки *а* и контрольного пункта *б*, если воздушная линия проходит через населённый пункт с трамваем или троллейбусом и находится в зоне опасного влияния линии электропередачи (при проводах из цветного металла)		1. См. примечания 1 и 3 к схеме 13. 2. Стальные цепи, используемые для частотного телеграфирования, защищаются также по схеме 20. Схема *б* применяется при защите контрольных пунктов на стальных цепях только искровыми разрядниками на 1 000 *в* (см. примечание 3 к схеме 17)
21	Схема защиты испытательных телеграфного *а* и телефонного *б* аппаратов		
22	Схема защиты телефонных станций *а* и усилительных пунктов *б* на кабельных междугородных линиях		1. Схемы 22 и 23 применяют, если удельное сопротивление земли в районе прокладки кабеля (на прилегающих усилительных участках) превышает 40 000 *ом·см*; при меньшей величине удельного сопротивления защита не производится, т. е. разрядники РА-350 не устанавливаются 2. Если при наличии зоны опасного влияния линий электропередачи в качестве защитного мероприятия, определяемого расчётом, окажется необходимым устанавливать разрядники типа РБ-280, то в схемах 22 и 23 разрядники РА-350 заменяются разрядниками РБ-280
23	Схема защиты промежуточных пунктов избирательной связи на кабельных междугородных линиях		

Продолжение табл. 172

№ схемы	Назначение схемы защиты	Схема размещения защитных элементов	Примечания
24	Защита телефонных станций и усилительных пунктов при использовании кабельных пар для дистанционного питания усилителей по системе «провод—земля» при наличии опасного влияния линии электропередачи		1. При отсутствии опасного влияния линий электропередачи защита производится по схеме 22. 2. Индуктивность дросселей определяется в каждом отдельном случае, исходя из величины индуктированного тока, допустимого для нитей накала усилительных ламп
	Защита установок связи на местных железнодорожных телефонных сетях		
25	Схема защиты телеграфных станций, телефонных станций системы ЦБ и абонентских пунктов на городских сетях и на сетях местной железнодорожной связи в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом (воздушная линия)		1. При отсутствии трамвая и троллейбуса предохранители СК-0,5 в схемах 25 и 26 не устанавливают, а вместо разрядников УР-500 устанавливают разрядники УР-800. 2. Защитное устройство абонентского пункта устанавливается на вводе проводов воздушной линии в здание перед комнатной проводкой. 3. Телефонные станции системы МБ на городских сетях и сетях местной железнодорожной связи защищают по схемам 25 и 26, но без предохранителей ТК-0,15. 4. См. также примечание 1 к схеме 2
26	То же, но воздушная линия имеет кабельный ввод		
27	Схема защиты телефонных станций МБ и абонентских пунктов, работающих по однопроводным цепям (воздушная линия)		

28	Схема защиты телефонных станций МБ и абонентских пунктов, работающих по однопроводным цепям (воздушная линия имеет кабельный ввод)		См. примечание 1 к схеме 2
29	Защита кабельных вставок на сетях местной железнодорожной связи и на городских телефонных сетях в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом		При отсутствии трамвая и троллейбуса кабельные вставки на городских и внутрирайонных сетях, а также на сетях местной железнодорожной связи защищают по схеме 29, но в этом случае предохранители СК-0,5 не устанавливают, а вместо разрядников УР-500 устанавливают разрядники УР-800. Если имеет место опасное влияние линии электропередачи, то схема защиты 29 дополняется включением разрядников 3РБ-280 до предохранителей СК-0,5. Если в последнем случае трамвай и троллейбус отсутствуют, то защита каждой цепи осуществляется только включением разрядников РБ-280 или 3РБ-280 по концам кабельной вставки
30	Схема защиты телефонных и телеграфных станций и абонентских пунктов на воздушных сетях местной железнодорожной связи и городских сетях в случае установки разрядников РБ-280 при наличии зоны влияния линий электропередачи (в населённых пунктах без трамвая и троллейбуса)		1. Телефонные и телеграфные станции и абонентские пункты на воздушных сетях местной железнодорожной связи в населённых пунктах с трамваем или троллейбусом защищают по схемам 26 и 27 с дополнительным включением до предохранителей СК-0,5 со стороны воздушной линии разрядника 3РБ-280. 2. См. примечание 1 к схеме 2
31	Защита городских телефонных и телеграфных станций и станций местной железнодорожной связи, работающих по кабельным подземным линиям		1. Абонентские и переговорные пункты защиты не требуют. 2. На смешанных линиях (подземные кабельные, соединённые с воздушными проводами или кабелями) телеграфные или телефонные станции на каждой смешанной цепи защищают по схеме 26. При этом если длина подземного кабеля (прилегающего к станции) в смешанной цепи превышает 3 *км*, разрядники УР-500 на телефонной станции не устанавливают

Продолжение табл. 172

№ схемы	Назначение схемы защиты	Схема размещения защитных элементов	Примечания
32	Защита телефонных станций на городских сетях и на сетях местной железнодорожной связи, а также коммутаторных установок в учреждениях со стороны кабельных соединительных линий		
33	Схема защиты телефонных и телеграфных станций и абонентских пунктов на сетях местной железнодорожной связи и городских сетях с воздушными кабельными линиями (оболочка кабеля металлическая)		1. По этой схеме защищаются также подземные кабельные линии с кабелями без металлических оболочек. 2. Тросы, на которых подвешиваются воздушные кабели с металлической оболочкой, должны заземляться в соответствии с примечанием к схеме 9
34	Защита телеграфных и телефонных станций системы ЦБ и абонентских пунктов на кабельных местных сетях железнодорожной связи, а также на городских и внутрирайонных сетях при наличии зоны опасного влияния линии электропередачи		По этой же схеме защищают телефонные станции системы МБ, но предохранители ТК-0,15 не устанавливают

тока или вне этого контура в зоне 15 *м*, если напряжение на контуре при аварии может превысить 500 *в*.

Защита от акустических ударов

Для защиты обслуживающего устройства связи технического персонала и абонентов от акустических ударов параллельно телефонной трубке включают ограничитель акустических ударов. Этот ограничитель не должен вносить в телефонную цепь затухание, большее 0,15 *неп* в полосе частот от 250 до 2 500 *гц*.

Ограничители включаются:

а) в гарнитуры телефонисток коммутаторов междугородных и местных телефонных станций;

б) в служебные телефоны, установленные в помещениях телефонных и телеграфных станций;

в) в телефонные аппараты с избирательным вызовом на линиях, расположенных в непосредственной близости к полотну электрической железной дороги и к линиям электропередач;

г) в телефонные аппараты на контрольных и переговорных пунктах междугородных телефонных станций.

ЗАЩИТА УСТРОЙСТВ СВЯЗИ ОТ ИНДУКТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ЛИНИЙ СИЛЬНОГО ТОКА

Общие сведения

К линиям сильного тока относятся линии электропередачи высокого и низкого напряжений и в том числе высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки, а также контактные сети электрических железных дорог.

На участках сближения с линиями связи линии сильного тока оказывают индуктивное влияние на линии связи.

Различают опасное влияние и мешающее влияние линий сильного тока на цепи и устройства связи.

Опасным влиянием линий сильного тока называется такое, при котором индуктированные в цепях связи напряжения и токи достигают величины, опасной как для аппаратуры, включённой в провода связи, так и для жизни лиц, обслуживающих устройства связи и пользующихся ими.

Мешающим влиянием линий сильного тока называется такое, при котором индуктированные в цепях связи напряжения и токи могут нарушить нормальную работу устройств связи (создавать шумы в телефонных цепях, ухудшающие качество связи, искажать работу телеграфных аппаратов и т. п.).

Опасное напряжение на линиях связи может возникнуть в случаях:

а) заземления одной фазы линии электропередачи в системе с заземлённой нейтралью;

б) заземления в различных точках двух фаз линий электропередачи в системе с изолированной нейтралью;

в) заземления одного из проводов в несимметричной системе линии электропередачи (система «два провода — земля»), а также при нормальной работе этой системы.

Мешающие влияния в цепях связи создаются и при нормальной работе линий электропередачи всех систем.

Нормы допускаемых влияний

Величина допускаемых опасных и мешающих влияний линий электропередачи на устройства связи ограничена установленными нормами.

Электродвижущая сила, индуктируемая в проводах связи и сигнализации при опасном влиянии линий электропередачи, не должна превосходить величин, приведённых в табл. 173.

Таблица 173

Допускаемые величины электродвижущих сил и напряжений в проводах связи и сигнализации при опасном влиянии линий электропередачи

Характер влияния	Допускаемая величина электродвижущей силы или напряжения
Индуктивное электромагнитное влияние при коротком замыкании на линии электропередачи	Для всех цепей связи и сигнализации (исключая однопроводные цепи полуавтоматической блокировки) продольная электродвижущая сила, индуктированная между двумя любыми точками провода, должна быть не более 750 действующих *в**. В однопроводных цепях полуавтоматической блокировки индуктированное продольное напряжение должно быть не более 60 действующих *в*. Для кабельных линий связи, не имеющих разрядников между жилами кабеля и землёй, напряжение между любой жилой кабеля и землёй не должно быть более 60% от испытательного напряжения кабеля. В жилах кабелей марок ТГ, ТБ, ТП и ТК продольная электродвижущая сила не должна быть более 300 действующих *в*. В рельсовых нитях автоблокировки переменного тока с дроссельными стыками продольная электродвижущая сила не должна превышать 300 действующих *в*. Напряжение прикосновения к рельсам железнодорожного полотна не должно превышать 150 действующих *в*
Индуктивное электромагнитное влияние при нормальной работе несимметричных систем электропередачи	Для всех цепей связи и сигнализации (исключая однопроводные цепи полуавтоматической блокировки) продольная электродвижущая сила не должна быть более: а) в проводах воздушных линий 60 действующих *в*; б) в жилах кабельных линий 100 действующих *в*. В однопроводных цепях полуавтоматической блокировки продольное напряжение должно быть не более 30 действующих *в*

* При этом напряжение относительно земли ни в одной точке провода не должно превышать 500 действующих *в*.

Величина мешающего влияния в телефонных цепях характеризуется величиной псофометрического напряжения шума (далее напряжения шума) в этой цепи.

Псофометрическое напряжение шума в какой-либо точке телефонной цепи

$$U_в = \frac{1}{P_{800}} \sqrt{\Sigma (P_f U_f)^2}, \qquad (1)$$

где U_f — значение высшей составляющей (гармоники) при частоте f в кривой мешающего напряжения в телефонной цепи;

P_f — коэфициент акустического воздействия гармоники при частоте f;

P_{800} — коэфициент акустического воздействия гармоники частотой 800 *гц*.

Измерения напряжения шума производят псофометром на коммутаторных клеммах телефоиной цепи, причём последняя должна быть замкнута (фиг. 336) на обоих концах на



Фиг. 336. Измерение напряжения шума при помощи псофометра

активные сопротивления, равные модулю волнового сопротивления этой цепи.

Электродвижущая сила шума в телефонной цепи при этом будет равна удвоенному показанию псофометра.

Действующими нормами установлено, что общая электродвижущая сила шума в телефонных цепях тональной частоты, создаваемая всеми источниками помех (линиями сильного тока, соседними телефонными и телеграфными цепями, источниками питания, питающими установки связи, и т. п.), не должна превышать величин, указанных в табл. 174.

Таблица 174

Допускаемая электродвижущая сила шума в телефонных цепях тональной частоты

Наименование телефонных цепей	Допускаемая электродвижущая сила шума в *мв*
Двухпроводные, используемые для дальней связи	5
Двухпроводные, не используемые для дальней связи и не имеющие промежуточных усилителей	10
Однопроводные	30

Допускаемая электродвижущая сила шума, создаваемая линиями сильного тока в двухпроводных телефонных цепях, используемых для дальней связи, не должна превышать 4,5 *мв*. При этом если телефонная цепь имеет одновременно сближение с линиями электропередачи Министерства электростанций, высоковольтно-сигнальными линиями автоблокировки и контактной сетью электрических железных дорог, то электродвижущая сила шума, индуктируемая каждым из перечисленных источников помех, не должна превышать величин, указанных в табл. 175.

Нормы, приведённые в табл. 175, установлены в предположении квадратичного закона

Таблица 175

Допускаемая электродвижущая сила шума в телефонных цепях дальней связи, индуктируемая линиями сильного тока на длине усилительного участка

Влияющая линия	Допускаемая электродвижущая сила в *мв*
Линии электропередачи Министерства электростанций	$\frac{2{,}85}{\sqrt{N_1}}$
Контактная сеть электрических железных дорог	$\frac{3{,}1}{\sqrt{N_2}}$
Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки	$\frac{1{,}6}{\sqrt{N_3}}$

Примечание. N_1, N_2 и N_3 — число усилительных участков, на которых возможно сближение телефонной цепи с линиями электропередачи Министерства электростанций, автоблокировки и контактной сети электрических железных дорог.

сложения электродвижущих сил шума, создаваемых отдельными источниками помех. При отсутствии какого-либо типа влияющей линии допускаемая электродвижущая сила шума от других влияющих линий может быть увеличена. Если электрификация железиой дороги не предполагается, то допускаемая электродвижущая сила шума от высоковольтной линии автоблокировки может быть увеличена до 3,5 *мв*.

Если линия связи идёт вдали от полотна железной дороги, то допускаемая электродвижущая сила шума от линий электропередачи Министерства электростанций может быть увеличена до 4,5 *мв*.

В однопроводных телеграфных цепях при сближении их с линиями сильного тока возникают токи помех. При влиянии симметричных линий электропередачи токи помех создаются, главным образом, вследствие электростатической индукции этих линий. Несимметричные линии переменного тока создают помехи вследствие электростатической и электромагнитной индукции, а электрические железные дороги постоянного тока—только через гальваническое влияние.

Допускаемые величины мешающего тока, индуктируемого линиями сильного тока в однопроводных телеграфных цепях на длине трансляционного участка, приведены в табл. 176.

Требования к устройствам прозодной связи, электрическим железным дорогам и установкам сильиого тока

Для обеспечения минимальиой величины мешающего влияния на устройства проводной связи последние, а также установки силь-

Таблица 176

Допускаемая величина мешающего тока в телеграфных проводах на длиие трансляционного участка

Влияющая линия	Допускаемая величина тока в *ма* для цепей с	
	быстродействующими аппаратами	аппаратами Морзе
Линии электропередачи Министерства электростанций	0,63	1,9
Контактные сети электрических железных дорог . . .	1,0	3,0

ного тока и электрические железные дороги должны удовлетворять указанным ниже требованиям.

Требования к устройствам проводной связи указаны в табл. 177.

Таблица 177

Требования к устройствам проводной связи

Характер требований	Установленные требования
Разница в сопротивлении проводов двухпроводной телефонной цепи, измеренных постоянным током, не должна превышать на длине усилительного участка:	
для медных и биметаллических проводов	2 *ом*
для стальных проводов диаметром 4 и 5 *мм*	5 »
для стальных проводов диаметром 3 *мм*	10 »
для кабельных пар с диаметром жил более 1 *мм*	2 »
для кабельных пар с диаметром жил до 1 *мм*	3 »
Разница в сопротивлениях предохранителей, включаемых в провода телефонной цепи в одном и том же пункте, не должна превышать	0,1 »
Разница в сопротивлениях изоляции проводов телефонной цепи воздушных линий по отношению к земле, измеренных постоянным током, не должна превышать от меньшего значения на длине усилительного участка	30%
При наложении телеграфной работы на телефонные цепи асимметрия обеих половин линейной обмотки переходного трансформатора или обмоток дифференциального дросселя, измеренная на частоте 800 *гц*, не должна превышать	0,1%

Кроме того, двухпроводные телефонные цепи воздушных линий (как основные, так и искусственные) должны быть скрещены на всём протяжении в соответствии с требованиями действующей инструкции по скрещиванию телефонных цепей.

Телефонные междугородные коммутаторы и станционные устройства, содержащие заземления, через которые могут проходить токи, индуктированные в линейных телефонных проводах, должны подключаться к последним через переходные трансформаторы.

Схемы соединительных линий между телефонными коммутаторами, из которых хотя бы один находится на расстоянии менее 0,5 *км* от электрической железной дороги, не должны иметь более одного заземления линейных проводов.

Использование рельсов электрических железных дорог для заземления устройств связи не допускается.

Требования к электрическим железным дорогам. На тяговых подстанциях с ртутными выпрямителями должны быть установлены сглаживающие устройства с коэфициентом сглаживания не менее 25.

Нагрузочный реостат для формовки ртутных выпрямителей и шины, к которым присоединены отсасывающие фидеры на тяговых подстанциях, должны быть изолированы от земли.

Устройства тяговых подстанций и контактной сети должны иметь надёжно действующую защиту от токов короткого замыкания.

Стыки рельсов каждой нити и стыки путевых частей стрелочных переводов должны быть соединены между собой специальными стыковыми соединителями, привареиными к рельсам. Рекомендуется вместо установки стыковых соединителей стыки рельсов сваривать.

Электрическое сопротивление каждого неизолированного рельсового стыка не должно превышать сопротивления 3 *м* сплошного рельса данного типа.

На двухпутных и многопутных электрифицированных участках с двухниточными рельсовыми цепями автоблокировки изолированные секции соседних путей должны быть соединены между собой через средиие точки путевых дросселей. Соединения должны производиться через одну изолированную секцию.

На станциях с однониточными рельсовыми цепями СЦБ рельсовые нити соседних путей, предназначенные для тяговых токов, должны быть соединены между собой через каждые 400 *м*, а также во всех отсасывающих пунктах.

В тех случаях, когда рельсовые нити электрической железной дороги не используются для цепей СЦБ, они должны быть соединены между собой межрельсовыми соединителями через каждые 300 *м*. Кроме того, на двухпутных или многопутных участках соседние пути должны быть соединены между собой через каждые 600 *м*.

Падение напряжения в дроссельном стыке при среднесуточной нагрузке не должно превышать 0,2 *в*.

Требования к установкам сильного тока. Телефонный формфактор кривой напряжения или тока в линиях сильного тока не должен превышать величин, указанных в табл. 178.

Симметричные линии электропередачи трёхфазного и однофазного тока длиной более 20 *км*, а также высоковольтные линии автоблокировки должны на всём протяжении иметь транспозицию проводов. Длины полного цикла транспозиции приведены в табл. 179.

Таблица 178

Допускаемые величины формфактора напряжения и тока

Характеристика линии сильного тока	Допускаемая величина формфактора в %
Трёхфазные и однофазные симметричные линии электропередачи преимущественно с осветительной и моторной нагрузкой	0,7*
То же, но преимущественно питающие подстанции с ртутными выпрямителями	2,0*
Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки	1,0*
Несимметричные линии электропередачи	1,0**

* Требования к формфактору кривой напряжения.

** Требования к формфактору кривой напряжения и тока.

Трёхфазные симметричные линии сильного тока должны иметь по возможности равномерную нагрузку фазовых проводов.

На высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки сопротивление изоляции высоковольтных проводов по отношению к земле, измеренное постоянным током при включённых линейных трансформаторах, не должно быть менее 0,7 *мгом* на 1 *км*; сопротивление изоляции каждого из высоковольтных проводов по отношению к земле при отключённых трансформаторах не должно быть менее 2 *мгом* на 1 *км*.

Таблица 179

Циклы транспозиции проводов линий электропередачи

Характеристика линии электропередачи	Длина полного цикла транспозиции не более *км*
С треугольным расположением проводов	48
С любым (не треугольным) расположением проводов	24
Двухцепные (шестипроводные) . .	48
Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки	9*

* Остаток менее 9 *км*, но более 3 *км* также подлежит транспозиции.

Сопротивление изоляции каждого из трёх высоковольтных проводов линии автоблокировки не должно отличаться друг от друга более чем на 25%.

Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки должны быть оборудованы земляной защитой, автоматически прекращающей питание высоковольтной линии, если асимметрия фазовых напряжений по отношению к земле, превысит 40%.

Проектирование защиты устройств связи

При наличии сближения линий связи с линиями сильного тока для обеспечения нормальной работы устройств связи необходимо, чтобы опасные и мешающие влияния не превосходили допускаемых величин.

Величины опасных и мешающих влияний линий сильного тока на устройства связи определяют расчётом по формулам, приведённым в настоящем разделе.

Основные обозначения, принятые в формулах, а также числовые значения некоторых величин и коэфициентов, входящих в эти формулы, приведены в табл. 180 и 181.

Влияние контактной сети электрических железных дорог. При сближении линий связи с контактной сетью электрических железных дорог постоянного тока считаются только с мешающим влиянием, создаваемым электромагнитной индукцией высших гармоник тока в контактной сети, а также с гальваническим влиянием тяговых токов на однопроводные телеграфные цепи. Возможность электромагнитного опасного влияния электрических железных дорог постоянного тока устраняется путём защиты телефонов ограничителями акустических ударов.

Формулы для расчёта мешающего влияния контактной сети электрических железных дорог постоянного тока на цепи связи приведены в табл. 182.

Опасное влияние линий электропередачи. При сближении линий связи с симметричными и несимметричными линиями электропередачи при подсчёте опасного индуктивного влияния считаются только с электромагнитным влиянием этих линий.

При этом считают, что опасные воздействия электростатической индукции устраняются на воздушных линиях связи разрядниками и защитой телефонов ограничителями акустических ударов.

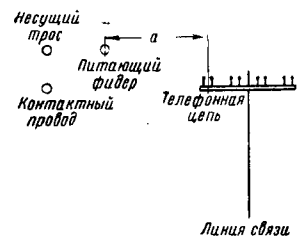
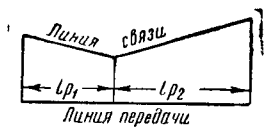
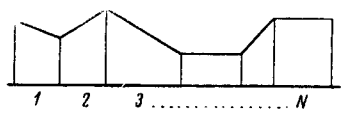
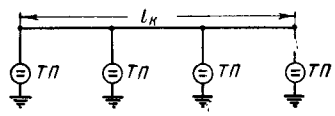
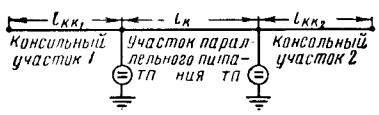
Таблица 180

Зависимость коэфициента чувствительности телефонных цепей к помехам от системы скрещивания цепей на воздушных линиях

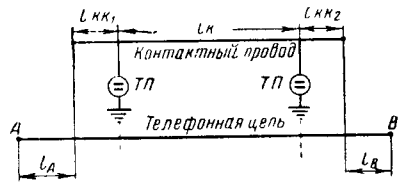
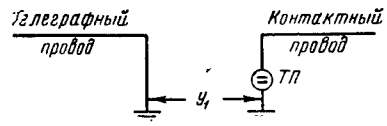
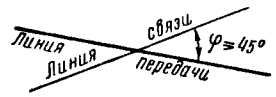
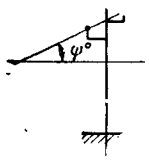
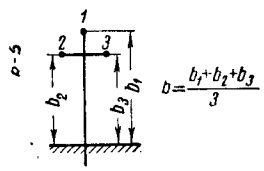
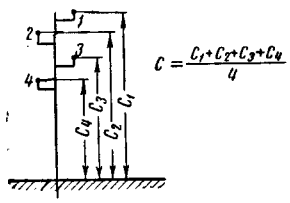
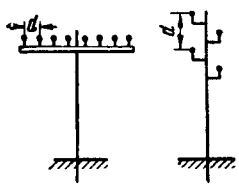
Расстояние между соседними скрещиваниями в *км*	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1
Цепи на крюках	0,01	0,009	0,008	0,007	0,006	0,005
Цепи на траверсах	0,006	0,0054	0,0048	0,0042	0,0036	0,003

Таблица 181

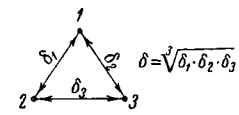
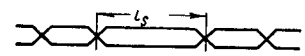
Основные условные обозначения, принятые в расчётных формулах, и числовые значения некоторых величин

№ по пор.	Наименование	Принятое обозначение	Размерность	Числовые значения некоторых величин и пояснения
1	Эквивалентная ширина сближения линии связи с линией передачи	$a_э$	*м*	
2	Расстояние между ближайшим проводом (продольным) контактной сети и осью телефонной цепи, для которой подсчитывается электродвижущая сила шума на данном участке контактной сети	a	»	
3	Длина рассматриваемого участка сближения линии связи с линией передачи	l_p	*км*	
4	Число участков сближения	N	—	
5	Длина линии связи	l	*км*	
6	Длина участка контактной сети, питаемого параллельно работающими тяговыми подстанциями (*ТП*)	$l_к$	»	
7	Длина участка контактной сети, питаемого с одной стороны, т. е. длина консольного участка	$l_{кк}$	»	
8	Длина i-го участка сближения линии связи с контактной сетью электрической железной дороги	l_i	»	

Продолжение табл. 181

№ по пор.	Наименование	Принятое обозначение	Размерность	Числовые значения некоторых величин и пояснения
9	Длина участка телефонной цепи от концов её до сближения с электрической железной дорогой	l_A, l_B	км	
10	Расстояние между заземлением телеграфной цепи, для которой определяется мешающий ток, и ближайшей тяговой подстанцией электрической железной дороги	Y_1	м	
11	Угол пересечения линии связи с линией передачи	φ	Градус	
12	Угол наклона плоскости, в которой расположены провода телефонной цепи, к горизонтальной плоскости	ψ	»	
13	Средняя высота подвеса проводов линии передачи	b	м	
14	Средняя высота подвеса проводов линии связи	c	»	
15	Расстояние между проводами двухпроводной телефонной цепи	d	»	

Продолжение табл. 181

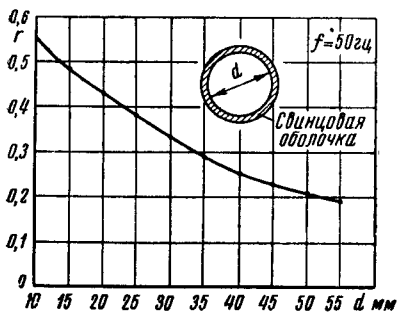
№ по пор.	Наименование	Принятое обозначение	Размерность	Числовые значения некоторых величин и пояснения
16	Среднегеометрическое расстояние между фазовыми проводами линии передачи	δ	*м*	 $\delta=\sqrt[3]{\delta_1\cdot\delta_2\cdot\delta_3}$
17	Длина максимального расстояния между соседними скрещиваниями на какой-либо двухпроводной телефонной цепи	l_S	*км*	
18	Расчётная (условная) длина шага скрещивания цепей, выбираемая в том месте участка сближения, где расстояние между линией сильного тока и линией связи является наименьшим	l'_S	»	$l'_S={}^1/_2 l_S$ — при влиянии линий передачи с изолированной нейтралью; $l'_S={}^1/_3 l_S$ — при влиянии линий передач с заземлённой нейтралью; $l'_S=l_S$ — при влиянии электрических железных дорог
19	Число заземлённых проводов связи на участке сближения	n	—	
20	Номинальное линейное напряжение линии передачи в действующих вольтах	$U_л$	*в*	
21	Номинальное напряжение выпрямленного тока в контактной сети электрических железных дорог	U_d	»	На магистральных железных дорогах $U_d=3\,300$ *в*. На некоторых пригородных железных дорогах $U_d=1\,650$ *в*
22	Телефонный формфактор напряжения линии передачи или контактной сети	F_e	%	Телефонный формфактор линий передачи см. табл. 178. В контактной сети $F_e=0{,}15$ при 25-кратном сглаживании пульсаций выпрямленного напряжения и $F_e=0{,}11$ при 50-кратном сглаживании
23	Телефонный формфактор тока в линии передачи	F_i	%	См. табл. 178
24	Неуравновешенный (влияющий) ток короткого замыкания на землю линии электропередачи	$I_к$	*а*	$I_к$ берётся равным 0,7 от действующего значения переменной составляющей тока в начальный момент короткого замыкания. При подсчёте влияния на кабельные линии полуавтоматической блокировки $I_к$ берётся равным 0,85 от того же значения
25	Номинальный ток в трёхфазной несимметричной системе «два провода—земля»	$I_н$	»	

Продолжение табл. 181

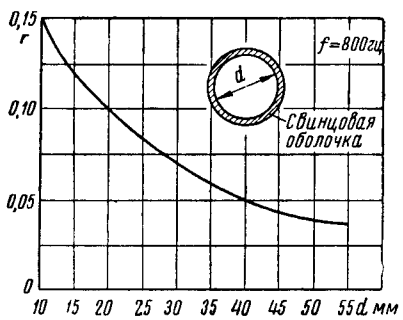
№ по пор.	Наименование	Принятое обозначение	Размерность	Числовые значения некоторых величин и пояснения
26	Максимальный ток нагрузки тяговой подстанции, ближайшей к заземлению телеграфной цепи, для которой определяется мешающий ток	I	a	
27	Средняя удельная проводимость земли	σ	cgs_m	σ для частоты 50 *гц* определяют по карте удельной проводимости земли в «Правилах ограждения сооружений связи и сигнализации от вредного действия установок сильного тока», изд. 1943 г.; для частоты 800 *гц* величину σ определяют измерениями
28	Удельная проводимость земли при постоянном токе	$\sigma_з$	cgs_m	
29	Удельная проводимость рельса	$\sigma_р$	cgs_m	Берётся равной $6 \cdot 10^{-5}$
30	Радиус круга с площадью, равной площади поперечного сечения рельса	$r_р$	*м*	Определяют в зависимости от типа рельса
31	Индуктивность электротяговых моторов электровозов	$L_э$	*гн*	U_d =1 650 *в*: однопутные ж. д. — $6 \cdot 10^{-3}$; двухпутные ж. д. — $3 \cdot 10^{-3}$. U_d =3 300 *в*: однопутные ж. д. — $9 \cdot 10^{-3}$; двухпутные ж. д. — $4{,}5 \cdot 10^{-3}$
32	Индуктивность контактного провода	L	*гн/км*	При $\sigma < 5 \cdot 10^{-14}$: однопутные ж. д. — $1{,}5 \cdot 10^{-3}$; двухпутные ж. д. — $1{,}0 \cdot 10^{-3}$. При $\sigma > 5 \cdot 10^{-14}$: однопутные ж. д. — $1{,}3 \cdot 10^{-3}$; двухпутные ж. д. — $0{,}85 \cdot 10^{-3}$
33	Взаимоиндукция между контактной сетью и проводом связи на i-ом участке сближения	M_i	»	Определяют по номограмме на фиг. 339 или по формулам (14) — (16) в табл. 182
34	Взаимоиндукция между несимметричной линией электропередачи и проводом связи при частоте 800 *гц*	M_e	»	То же
35	Взаимоиндукция между несимметричной линией электропередачи и проводом связи при частоте 50 *гц*	M	»	Определяют по номограмме на фиг. 340 или по формулам (14)—(16) в табл. 182
36	Километрическое затухание телефонной цепи	β	*неп/км*	Определяют по соответствующим таблицам справочника для частоты 800 *гц*
37	Постоянная распространения телефонной цепи	γ	—	

Продолжение табл. 181

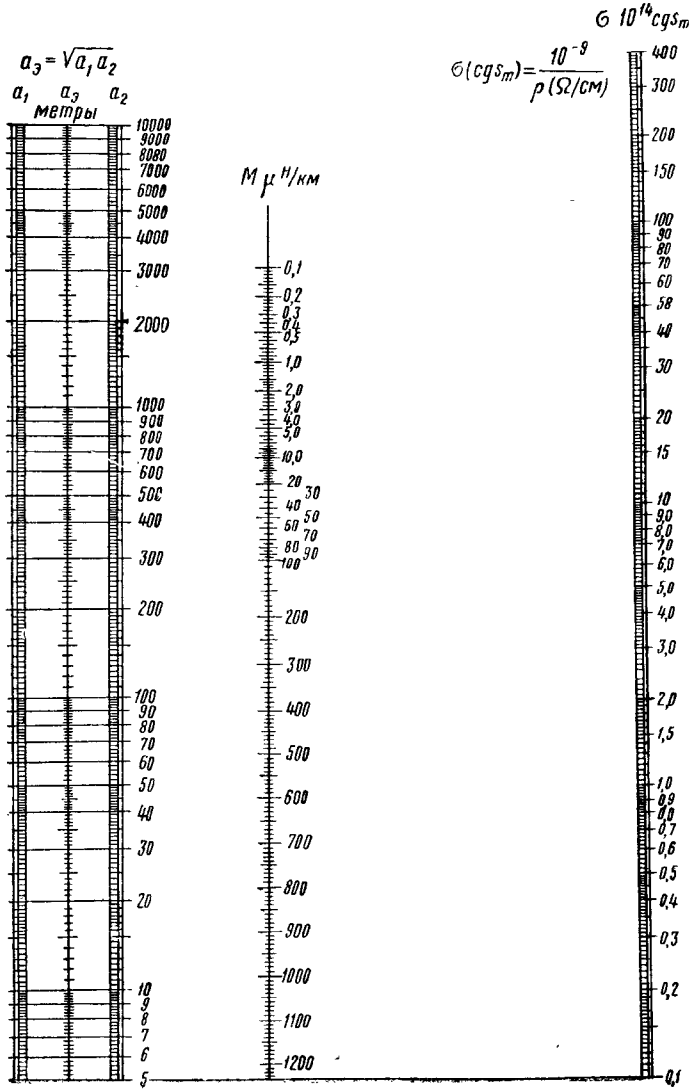
№ по пор.	Наименование	Принятое обозначение	Размерность	Числовые значения некоторых величин и пояснения
38	Сопротивление телефонного аппарата	Z_a	*ом*	Определяется для частоты 800 *гц*
39	Сопротивление телеграфной цепи (аппаратура, провод, заземления) при постоянном токе	R_m	»	
40	Полное сопротивление телеграфного аппарата при частоте 50 *гц*	Z_a'	»	
41	Коэфициент чувствительности телефонных цепей к помехам при $f=800$ *гц*	η_1	*мв/в*	а) для цепей воздушных линий (см. табл. 180), б) для кабельных цепей $\eta_1=0{,}001$
42	Коэфициент экранирования рельсов железной дороги при частоте 800 *гц*	λ	—	Для однопутной железной дороги $\lambda=0{,}45$ Для двухпутной железной дороги $\lambda=0{,}3$
43	Коэфициент защитного действия оболочки кабеля связи со стальной бронёй	r	-	Значения r для кабелей со стальной ленточной бронёй при частотах 50 и 800 *гц* даны на фиг. 337 и 338
44	Коэфициент защитного действия оболочки кабеля линии электропередачи	s	—	среднее значение $s = 0{,}4$
45	Коэфициент защитного действия заземлённого троса от электростатического влияния линии электропередачи	p	—	Среднее значение $p=0{,}75$
46	То же от электромагнитного влияния линии электропередачи	t	-	Величиу коэфициента t определяют по формулам (2) в табл. 183
47	Коэфициент защитного действия деревьев от электростатического влияния линий электропередачи	q	—	$q=0{,}7$. Учитывается, если имеется сплошной ряд деревьев на расстоянии не более 3 *м* от линии связи или если линия связи и линия электропередачи идут через лес по отдельным просекам



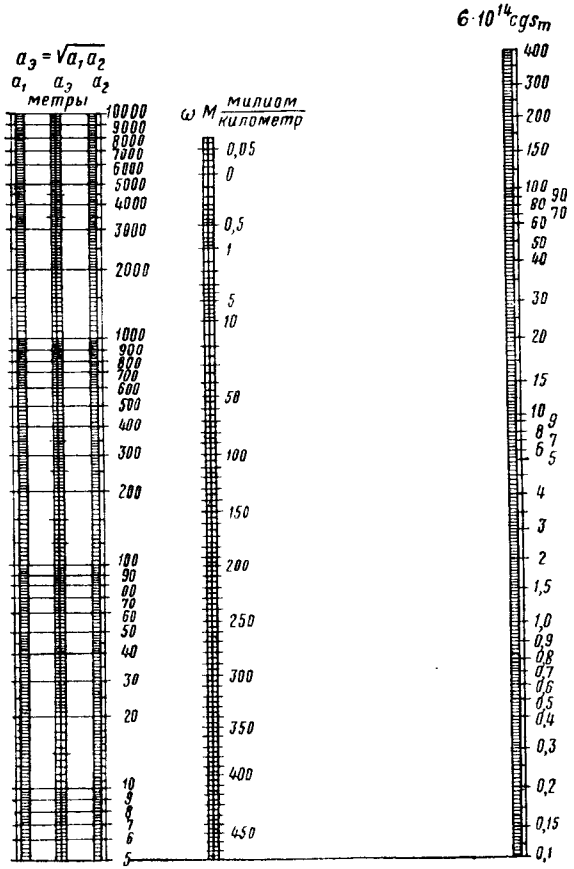
Фиг. 337. Среднее значение коэфициента защитного действия оболочек кабелей связи при частоте 50 *гц*



Фиг. 338. Среднее значение коэфициента защитного действия оболочек кабелей связи при частоте 800 *гц*



Фиг. 339. Номограмма для определения коэфициента взаимной индукции при частоте 800 гц



Фиг. 340. Номограмма для определения коэфициента взаимной индукции при частоте 50 гц

Таблица 182

Формулы для расчёта мешающего влияния контактной сети электрических железных дорог постоянного тока на цепи связи

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размерность	Примечание
	Мешающее влияние на участке между крайними подстанциями с одинаковым напряжением, параллельно питающими контактную сеть			
1	Э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи воздушной линии, обусловленная поперечной асимметрией	$U'_{b_1} = 1{,}8 \cdot 10^{-3}\, U_d \cdot F_e \frac{d}{a} \frac{l_s}{L l_к} \lambda$	*мв*	
2	Э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи воздушной линии, обусловленная продольной асимметрией	$U''_{b_1} = 9\, U_d\ F_e\, \lambda\, \eta \frac{\Sigma M_i\, l_i}{L l_к}$	»	
3	Общая э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи воздушной линии	$U_{b_1} = \sqrt{\left(U'_{b_1}\right)^2 + \left(U''_{b_1}\right)^2}$	»	
4	Общая э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи кабельной линии	$U_{b_1} = 9\, U_d\ F_e\, \lambda \eta r \frac{\Sigma M_i\ \mathrm{th}\gamma l_i}{\gamma L\, l_к}$	»	
	Мешающее влияние на длине консольного участка контактной сети			
5	Э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи воздушной линии, обусловленная поперечной асимметрией	$U'_{b_2} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot U_d F_e \frac{d}{a} \frac{l_s\, \lambda}{L l_{кк} + L_э}$	*мв*	
6	Э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи воздушной линии, обусловленная продольной асимметрией	$U''_{b_2} = 10\, U_d\, F_e\, \lambda \eta \frac{\Sigma M_i\, l_i}{L l_{кк} + L_э}$	»	
7	Общая э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи воздушной линии	$U_{b_2} = \sqrt{\left(U'_{b_2}\right)^2 + \left(U''_{b_2}\right)^2}$	»	

Продолжение табл. 182

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размерность	Примечание
8	Общая э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи кабельной линии	$U_{b_2} = 10 \cdot U_d \; F_e \; \lambda_\tau r \cdot \dfrac{\Sigma M_i \, \mathrm{th}\gamma l_i}{\gamma (L l_{кк} + L_э)}$	*мв*	
	Мешающее влияние при наличии участка с параллельным питанием контактной сети и консольных участков			
9	Общая э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи воздушной или кабельной линии, действующая на конце *A* усилительного участка (см. п. 9 табл. 181)	$U_{bA} = \left[U^2_{b_2 \mathrm{I}} \, e^{-2\beta l_A} + U^2_{b\mathrm{I}} \, e^{-2\beta (l_A + l_{кк1})} + U^2_{b_2 \mathrm{II}} \, e^{-2\beta (l_A + l_{кк1} + l_к)} \right]^{\frac{1}{2}}$	*мв*	
10	То же на конце *B* усилительного участка (см. п. 9 табл. 181)	$U_{bB} = \left[U^2_{b_2 \mathrm{I}} \, e^{-2\beta (l_B + l_{кк2} + l_к)} + U^2_{b\mathrm{I}} \, e^{-2\beta (l_B + l_{кк2})} + U^2_{b_2 \mathrm{II}} \, e^{-2\beta l_B} \right]^{\frac{1}{2}}$	»	
	Мешающее влияние на телеграфные цепи			
11	Мешающий ток в одиопроводной телеграфной цепи воздушной линии от гальванического влияния тяговых токов	$i = 75 \cdot 10^{-11} \dfrac{I}{R_T \sqrt{\sigma_p \sigma_з}} \cdot \dfrac{1}{y_1} \cdot \left(\ln \dfrac{y_1}{r_p} + 12 \right)$	*ма*	
	Мешающее влияние на телефонные цепи электрической железной дороги, имеющей два различных номинальных напряжения контактной сети			
12	Э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи, действующая на конце *A* усилительного участка	$U_{bA} = \sqrt{U^2_{bA\mathrm{I}} + U^2_{bA\mathrm{II}}}$	*мв*	$U_{bA\mathrm{I}}$ и $U_{bA\mathrm{II}}$, составляющие э. д. с. шума, обусловленные влиянием тяговых токов на участках I и II электрических железных дорог, имеющих различные номинальные напряжения, определяют по формуле (9) данной таблицы

Продолжение табл. 182

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размерность	Примечание
13	Э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи, действующая на конце B усилительного участка	$U_{bB} = \sqrt{U_{bBI}^2 + U_{bBII}^2}$	*мв*	$U_{b\,BI}$ и $U_{b\,BII}$ подсчитывают по формуле (10) данной таблицы
	Вспомогательные формулы для расчёта влияния			
14	Коэфициент взаимной индукции между воздушным проводом сильного тока и воздушным проводом связи, заземлённым по концам при малых расстояниях между линиями	$10^9 M = 2\ln\frac{2}{1{,}78\lvert k\rvert\sqrt{a^2+(c-b)^2}} + 1 - j\frac{\pi}{2} - \frac{4jk\,(c+b)}{3}$, $k = e^{-j\frac{3}{4}\pi}\sqrt{4\pi\omega\sigma}$	*гн/км*	Формула достаточно точна, если $\lvert k\rvert\sqrt{a^2+(c+b)^2} < \frac{1}{2}$ и a, b и $c \geqslant 0$
15	То же, для средних расстояний между линиями	$10^9 M = -\frac{4}{k^2 a^2} + 2j\pi\,\frac{H_1(\lvert ka\rvert)}{\lvert ka\rvert} = -\frac{4}{k^2 a^2} + 4\frac{kei'(\lvert ka\rvert) - jker'(\lvert ka\rvert)}{\lvert ka\rvert}$	»	$H_1(\lvert ka\rvert)$ – цилиндрическая функция от $(\lvert ka\rvert)$. Формула достаточно точна, если $\lvert ka\rvert < 3$; $\frac{c+b}{a} < 0{,}05$; a, b и $c \geqslant 0$
16	То же, для больших расстояний между линиями	$10^9 M = 2\ln\sqrt{\frac{a^2+(c+b)^2}{a^2+(c-b)^2}} - \frac{4}{k^2}\,\frac{a^2-(c+b)^2}{[a^2+(c+b)^2]^2} + 4jk\,(c+b)\left\{\frac{1}{k^2[a^2+(c+b)^2]} + \frac{3a^2-(c+b)^2}{k^4[a^2+(c+b)^2]^3}\right\}$	»	Формула достаточно точна, если $\lvert k\rvert\sqrt{a^2+(b+c)^2} > 3{,}5$

Примечание. Э. д. с. — электродвижущая сила.

Таблица 183

Формулы для расчёта опасного электромагнитного влияния линий электропередачи на цепи связи

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размерность	Примечание
1	Продольная электродвижущая сила при частоте 50 *гц*, индуктируемая в проводе связи при коротком замыкании на линии электропередачи	$E = \sum_{1}^{N} \omega M l_K I_p rst$	*в*	Величины ω, M, r, s и t определяются для частоты 50 *гц*. M определяется по номограмме фиг. 340 или по формулам (14) – (16) табл. 182 t определяют по формуле (2)
2	Коэфициент защитного действия троса:	$t = 1 - j\frac{\omega M_t}{Z_t}$		a — расстояние от влияющего провода до троса в *см*, а при двух тросах среднее геометрическое из расстояний от влияющего провода до каждого из тросов; s_t — радиус троса в *см*; R_t — активное сопротивление троса в *ом/км*; r_t — расстояние между тросами в *см*; $R_з$ — сопротивление заземления троса в *ом*; l_t — длина троса в *км*
		$M_t = \left(2\ln\frac{2}{1{,}78\,\lvert k\rvert a} + 1\right)10^{-4}$	*гн/км*	
	а) Z_t при наличии одного троса равно	$Z_t = \frac{2R_з}{l_t} + R_t + j\omega\left(2\ln\frac{2}{1{,}78\,\lvert k\rvert s_t} + 1\right)10^{-4}$	*ом/км*	
	б) Z_t при наличии двух (одинаковых) тросов равно	$Z_t = \frac{2R_з}{l_t} + \frac{1}{2}R_t + j\omega\left(2\ln\frac{2}{1{,}78\,\lvert k\rvert\sqrt{s_t r_t}} + 1\right)10^{-4}$	»	
		$\lvert k\rvert = \sqrt{4\pi\omega\sigma}$		
3	Продольная электродвижущая сила, индуктируемая в проводах связи и сигнализации при электромагнитном влиянии системы «два провода — земля» при исправном её состоянии	$E = \sum_{1}^{N} \omega M I_н l_p rst$	*в*	Значения ω, M, r, s и t см. в первой графе данной таблицы. $I_н$ — максимальный рабочий ток в линии передачи, определяемый из формулы мощности для трёхфазного тока
		$I_н = \frac{P}{\sqrt{3}U_л \cos\varphi}$	*а*	

Таблица 184

Формулы для расчёта мешающего влияния линий электропередачи на цепи связи

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размерность	Примечание
	Электростатическое мешающее влияние симметричных линий передачи при их исправном состоянии			
1	Э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи	$U_S = \sqrt{U_{S_1}^2 + U_{S_2}^2}$	*мв*	U_{S_1} — составляющая э. д. с. шума, обусловленная асимметрией линии связи по отношению к линии передачи. U_{S_2} — составляющая э. д. с. шума, обусловленная асимметрией линии связи по отношению к земле
2	Значения составляющей U_{S_1}:			
	а) при вертикальном расположении проводов линии электропередачи:			
	1) провода линии связи расположены на траверсах	$U_{S_1} = 24 \cdot 10^{-3} Z_a F_e U_л \frac{l'_S}{n+2} \frac{acd\delta\,(a^2 + c^2 - 3b^2)}{(a^2 + b^2 + c^2)^3}$	*мв*	
	2) провода линии связи расположены на крюках;	$U_{S_1} = 12 \cdot 10^{-3} Z_a F_e U_л \frac{l'_S}{n+2} \frac{d\delta\,[a^4 + 4b^2c^2 - (b^2 - c^2)^2]}{(a^2 + b^2 + c^2)^3}$	»	
	б) при горизонтальном расположении проводов линии передачи:			
	1) провода линий связи расположены на траверсах;	$U_{S_1} = 24 \cdot 10^{-3} Z_a F_e U_л \frac{l'_S}{n+2} \frac{bcd\delta\,(3a^2 - b^2 - c^2)}{(a^2 + b^2 + c^2)^3}$	»	
	2) провода линий связи расположены на крюках;	$U_{S_1} = 24 \cdot 10^{-3} Z_a F_e U_л \frac{l'_S}{n+2} \frac{abd\delta\,(a^2 + b^2 - 3c^2)}{(a^2 + b^2 + c^2)^3}$	»	
	в) при треугольном расположении проводов линии электропередачи:			
	1) провода линии связи расположены на траверсах;	$U_{S_1} = 15 \cdot 10^{-3} Z_a F_e U_л \frac{l'_S}{n+2} \frac{acd\delta}{(a^2 + b^2 + c^2)^2}$	»	
	2) провода линии связи расположены на крюках	$U_{S_1} = 7{,}5 \cdot 10^{-3} Z_a F_e U_л \frac{l'_S}{n+2} \frac{d\delta\,(a^2 + b^2 - c^2)}{(a^2 + b^2 + c^2)^2}$	»	

Продолжение табл. 184

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размерность	Примечание
3	Значения составляющей U_{S_3}:			
	а) при вертикальном расположении проводов линии передачи;	$U_{S_3} = 12 \cdot 10^{-3} \eta_l Z_a F_e U_л \left\lvert \sum_1^N \frac{l_p}{n+2} \frac{c\delta\,(a^2 - b^2 + c^2)}{(a^2 + b^2 + c^2)^2} B \right\rvert$	*мв*	Значения — B см. формулу (4) данной таблицы
	б) при горизонтальном расположении проводов линии передачи;	$U_{S_3} = 24 \cdot 10^{-3} \eta_l Z_a F_e U_л \left\lvert \sum_1^N \frac{l_p}{n+2} \frac{abc\delta}{(a^2 + b^2 + c^2)^2} B \right\rvert$	»	
	в) то же при треугольном расположении	$U_{S_3} = 7{,}5 \cdot 10^{-3} \eta_l Z_a F_e U_л \left\lvert \sum_1^N \frac{l_p}{n+2} \frac{c\delta}{a^2 + b^2 + c^2} B \right\rvert$	»	
4	Вектор B на шаге транспозиции:			$e^{-j\frac{2\pi}{3}}$ — множитель, учитывающий поворот результирующего вектора на 120° вследствие транспозиции линии передачи; $e^{-j\varphi}$ — множитель, учитывающий скорость распространения электромагнитной волны по проводам. Вектор B учитывается в том случае, если ширина сближения a на каждом шаге транспозиции отличается от другой не больше чем в 2 раза
	первом	$B_1 = 1$		
	втором	$B_2 = e^{-j\frac{2\pi}{3}(2-1)} e^{-j\varphi(2-1)}$		
	третьем	$B_3 = e^{-j\frac{2\pi}{3}(3-1)} e^{-j\varphi(3-1)}$		
	i-ом	$B_i = e^{-j\frac{2\pi}{3}(i-1)} e^{-j\varphi(i-1)}$		
5	Э. д. с. шума в однопроводной телефонной цепи:			Значения B — см. формулу (4) данной таблицы
	а) при вертикальном расположении проводов линии передачи;	$U_{S_0} = 24 \cdot 10^{-3} Z_a F_e U_л \left\lvert \sum_1^N \frac{l_p}{n+2} \frac{c\delta\,(a^2 + c^2 - b^2)}{(a^2 + b^2 + c^2)^2} B \right\rvert$	*мв*	
	б) при горизонтальном расположении проводов линии передачи;	$U_{S_0} = 48 \cdot 10^{-3} Z_a F_e U_л \left\lvert \sum_1^N \frac{l_p}{n+2} \frac{abc\delta}{(a^2 + b^2 + c^2)^2} B \right\rvert$	»	
	в) при треугольном расположении проводов линии передачи	$U_{S_0} = 15 \cdot 10^{-3} Z_a F_e U_л \left\lvert \sum_1^N \frac{l_p}{n+2} \frac{c\delta}{a^2 + b^2 + c^2} B \right\rvert$	»	

Продолжение табл. 184

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размерность	Примечание
6	Мешающий ток в телеграфном проводе:			Значения B — см. формулу (4) данной таблицы
	а) при вертикальном расположении проводов линии передачи;	$I_a = 0{,}75 \cdot 10^{-3}\, U_л \left\| \sum_1^N \frac{l_p}{n+2} \frac{c\delta\,(a^2 + c^2 - b^2)}{(a^2 + b^2 + c^2)^2} B \right\|$	*ма*	
	б) при горизонтальном расположении проводов линии передачи;	$I_a = 1{,}5 \cdot 10^{-3}\, U_л \left\| \sum_1^N \frac{l_p}{n+2} \frac{abc\delta}{(a^2 + b^2 + c^2)^2} B \right\|$	»	
	в) при треугольном расположении проводов линии передачи	$I_a = 0{,}47 \cdot 10^{-3}\, U_л \left\| \sum_1^N \frac{l_p}{n+2} \frac{c\delta}{a^2+b^2+c^2} B \right\|$	»	
7	Э. д. с. шума, индуктируемая в однопроводных телефонных цепях, в местах пересечения линий связи с линиями передачи:			
	а) при треугольном расположении проводов линии передачи;	$U'_{s_0} = 3{,}2 \cdot 10^{-6}\, Z_a\, F_e\, U_л \frac{\delta}{b} \frac{c}{(n+2)\sin\varphi}$	*мв*	
	б) при любом (нетреугольном) их расположении	$U'_{s_0} = 3{,}2 \cdot 10^{-6}\, Z_a\, F_e\, U_л \frac{c}{(n+2)\sin\varphi}$	»	
8	Мешающий ток, протекающий через телеграфный аппарат, включённый в однопроводную линию, обусловленный наличием пересечения линии связи с линией передачи:			
	а) при треугольном расположении проводов линии передачи;	$I'_a = 0{,}1 \cdot 10^{-6}\, U_л \frac{\delta}{b} \frac{c}{(n+2)\sin\varphi}$	*ма*	
	б) при ином (нетреугольном) их расположении	$I'_a \quad 0{,}1 \cdot 10^{-6}\, U_л \frac{c}{(n+2)\sin\varphi}$	»	

Продолжение табл. 8

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размерность	Примечание
	Электростатическое мешающее влияние симметричных линий передачи при неисправном их состоянии и несимметричных линий передачи при их нормальной работе			
9	Средний потенциал на изолированном от земли проводе связи и сигнализации, обусловленный электростатической индукцией линии передачи с изолированной нейтралью	$U_a = k_1 U_л \frac{\sum_1^N \frac{l_p}{n+2} \frac{bc}{a^2+b^2+c^2}}{\sum_1^{N_1} \frac{l}{n+2}} pq$	*в*	Значение коэфициентов k_1 и k_2 в формулах (9) — (15):
10	Мешающий ток, протекающий через телеграфный аппарат, включённый в однопроводную цепь связи	$I_a = k_2 10^{-3} U_л \sum_1^N \frac{l_p}{n+2} \frac{bc}{a^2+b^2+c^2} pq$	*ма*	
11	Э. д. с. шума в однопроводной телефонной цепи	$U_{s_0} = 32 \cdot 10^{-3} k_2 Z_a F_e U_л \sum_1^N \frac{l_p}{n+2} \frac{bc}{a^2+b^2+c^2} pq$	*мв*	
12	Э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи:	$U_s = \sqrt{U_{s_1}^2 + U_{s_2}^2}$	*мв*	
		$U_{s_2} = 16 \cdot 10^{-3} k_2 \gamma_1 Z_a F_e U_л \sum_1^N \frac{l_p}{n+2} \frac{bc}{a^2+b^2+c^2} pq$	»	
	а) при расположении проводов связи на траверсах;	$U_{s_1} = 90 \cdot 10^{-3} k_1 Z_a F_e U_л \frac{l_s'}{n+2} \frac{abcd}{(a^2+b^2+c^2)^2}$	»	
	б) при расположении проводов связи на крюках	$U_{s_1} = 45 \cdot 10^{-3} k_1 Z_a F_e U_л \frac{l_s'}{n+2} \frac{bd\,(a^2+b^2-c^2)}{(a^2+b^2+c^2)^2}$	»	

Значение коэфициентов k_1 и k_2 в формулах (9) — (15):

Коэфициенты	Линия передачи: трёхфазная	однофазная	система «два провода — земля»	однопроводная
k_1	0,25	0,2	0,32	0,24
k_2	0,7	0,55	0,9	0,68

Продолжение табл. 184

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размерность	Примечание
13	Мешающий ток, протекающий через телеграфный аппарат, включённый в однопроводную линию, обусловленный наличием пересечения линии связи с линией передачи	$I'_a = 2{,}8 \cdot 10^{-6} k_2 U_л \frac{c}{(n+2)\sin\varphi}$	*ма*	При подсчёте значений по формулам (13) — (16) участок пересечения ограничивается точками, удалёнными от линии передачи на 50 *м*
14	Э. д. с. шума в однопроводной телефонной цепи, обусловленная наличием пересечения линии связи с линией сильного тока	$U'_{s_0} = 90 \cdot 10^{-6} k_2 Z_a F_e U_л \frac{c}{(n+2)\sin\varphi}$	*мв*	
15	Э. д. с. шума в двухпроводной телефонной цепи, обусловленная наличием пересечения линии связи с линией сильного тока	$U'_s = \sqrt{U'^2_{s_1} + U'^2_{s_2}}$ $U'_{s_1} = 45 \cdot 10^{-6} k_2 Z_a F_e U_v \frac{d \sin\psi}{(n+2)\sin\varphi}$ $U'_{s_2} = 90 \cdot 10^{-6} k_2 \gamma_1 Z_a F_e U_л \frac{c}{(n+2)\sin\varphi}$	*мв* » »	
16	Суммарная э. д. с. шума, обусловленная наличием сближения с линией передачи и пересечения линии связи с линией передачи	$U_s = \sqrt{U^2_{s_1} + U^2_{s_2} + U'^2_{s_1} + U'^2_{s_2}}$	*мв*	
17	Величина энергии, определяющая опасность возникновения акустического удара в телефонных цепях при отсутствии ограничителей	$A = 4 \cdot 10^{-5} k_1^2 U_л^2 \frac{\left(\sum_1^N \frac{l_p}{n+2} \frac{bc}{a^2+b^2+c^2} pq\right)^2}{\sum_1^{N_1} \frac{l}{n+2}}$	*мдж*	$k_1 = 0{,}2$ для трёхфазных и однофазных линий передачи; $k_1 = 0{,}32$ для линий передачи «два провода — земля» Расчёт производится только в том случае, если $a < 0{,}43 \sqrt{U_л \sqrt{l}}$ *м*

Продолжение табл. 184

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Размерность	Примечание
	Электромагнитное мешающее влияние несимметричных линий электропередачи (система «два провода — земля»)			
18	Э. д. с. шума, индуктируемая в однопроводной телефонной цепи	$U_{m_0} = 10^7 \frac{Z_a}{Z_e\, l + 2Z_a} F_l I_н \sum_1^N M_e l_p\, rs$	*мв*	Z_e — см. следующую формулу (19) $I_н$ — см. формулу (3) табл. 183
19	Полное сопротивление однопроводной цепи (телефонной) при частоте 800 *гц* ($\omega = 5\,000$)	$Z_e = R + j\omega\left(2\ln\frac{2}{1{,}78 \mid k \mid \rho} + 1\right) 10^{-4}$	*ом/км*	ρ — радиус провода связи в *см*
20	Мешающий ток, протекающий через телеграфный аппарат	$Ima = 3{,}14 \cdot 10^5 \frac{I_н}{2Z_a' + Zl} \sum_1^N Ml_p\, rs$	*ма*	Z — полное сопротивление 1 *км* телеграфного провода при $f = 50$ *гц* $I_н$ — см. формулу (3) табл. 183
21	Э. д. с. шума, индуктируемая в двухпроводной телефонной цепи воздушной линии	$U_m = \sqrt{U_{m_1}^2 + U_{m_2}^2}$ $U_{m_1} = 10^3 \frac{d}{a} F_l' I_н\, l_s'$ $U_{m_2} = 5 \cdot 10^6\, \tau_l F_l I_н \sum_1^N M_e l_p\, s$	*мв* » »	$I_н$ — см. формулу (3) табл. 183
22	Э. д. с. шума, индуктируемая в двухпроводной телефонной цепи кабельных линий	$U_m = \frac{\tau_l rst\omega I_н F_e}{\gamma} \sum_1^N M_e\, th\gamma l_p$	*мв*	$I_н$ — см. формулу (3) табл. 183
23	Суммарная величина мешающего влияния, обусловливаемая электростатической и электромагнитной индукцией несимметричной линией передачи	$U_{sm} = \sqrt{U_s^2 + U_m^2}$		U_s определяется по формулам (11) — (12), а U_m — по формулам (18) — (21) данной таблицы

Опасное влияние симметричных линий электропередачи в системе с заземлённой нейтралью определяется в предположении заземления одиого из фазовых проводов этой линии. С опасным влиянием симметричных линий электропередачи в системе с изолированной нейтралью считаются только при определении влияния на цепи полуавтоматической железнодорожной блокировки. В этом случае расчёт производится в предположении заземления двух фазовых проводов линии электропередачи в двух не совпадающих по месту положения точках, для которых электродвижущая сила электромагнитной индукции имеет наибольшее значение.

Опасное электромагнитное влияние линий электропередачи характеризуется продольной электродвижущей силой, иидуктируемой в проводах связи, величиии которой определяется из формул (1) и (2), приведёниых в табл. 183.

Опасное электромагиитное влияние несимметричиой линии электропередачи, работающей по системе «два провода — земля» при коротком замыкании одиого из фазовых проводов, определяют так же, как и для симметричиых линий электропередачи, по формулам (1) и (2) табл. 183, а при нормальной работе иесимметричных линий по формуле (3) той же таблицы.

Мешающее влияние линий электропередачи. При определении мешающего влияния симметричных линий электропередачи считаются только с электростатической индукцией этих лииий иа цепи связи.

Величиину электростатического мешающего влияния при нормальиой работе этих линий рассчитывают по формулам (1)—(8) табл. 184.

Электростатическое мешающее влияние симметричных линий электропередачи при их неисправном состоянии (заземление одного из фазовых проводов), а также иесимметричных линий передачи при их нормальной работе рассчитывают по формулам (9) — (16) табл. 184.

При заземлении одного из фазовых проводов симметричной линии электропередачи с изолированной нейтралью возможно возникновение акустического удара. С опасностью акустического удара можно не считаться, если величина энергии, возникающей при этом в проводах связи, меньше 20 миллиджоулей. Величина энергии подсчитывается по формуле (17) табл. 184.

При нормальной работе несимметричной линии электропередачи, работающей по системе «два провода — земля», нарядус электростатическим мешающим влиянием на цепи связи имеет место и электромагнитное мешающее влияние. Расчёт величиины электромагнитного мешающего влияния производят по формулам (18)—(22) табл. 184.

Если одновременно имеет место электромагнитное и электростатическое мешающее влияние, то суммарную величину электродвижущей силы шума определяют по формуле (23) табл. 184.

Меры защиты сооружений связи и сигнализации от опасного и мешающего влияния линий сильного тока

Для снижения затрат на мероприятия по защите устройств связи от влияиия стремятся так расположить лииии связи и лииии силь-

Таблица 185

Меры защиты устройств связи и сигиализации от опасных влияний лииий сильиого тока

Степень влияния	Меры защиты	Примечание
Индуктируемая продольная э. д. с. в двухпроводных и однопроводных цепях связи и сигнализации (за исключением однопроводных линий полуавтоматической блокировки) при коротком замыкании на линии электропередачи превосходит 750 действующих *в*	а) Установка на проводах связи н сигнализации мощных разрядников типа РБ-280;	Защита мощными разрядниками цепей полуавтоматической блокировки не допускается
Индуктируемая продольная э. д. с. в двухпроводных и однопроводных цепях связи и сигнализации (за исключением однопроводных цепей полуавтоматической блокировки) при нормальной работе несимметричной линии передачи превышает 60 действующих *в*.	б) подвеска на линии электропередачи хорошо проводящих тросов, заземлённых на каждой опоре; в) каблирование линии передачи или её относ; г) каблирование цепей полуавтоматической блокировки, а также всех цепей связи и сигнализации; д) ограничение неуравновешенного тока при заземлении фазовых проводов в системе с заземлённой нейтралью;	Достигается уменьшением общего числа заземлённых нейтралей или заземлением нейтралей через активные и реактивные сопротивления
Индуктированное продольное напряжение в двухпроводных цепях полуавтоматической блокировки при коротком замыкании линии электропередачи превосходит 750 действующих *в*, а в однопроводных цепях полуавтоматической блокировки 60 действующих *в*.	е) установка на двухпроводных телефонных цепях изолируюших трансформаторов в целях разделения цепи на отдельные изолированные участки	Допускается для неуплотнённых цепей и для цепей, на которые не наложена телеграфная работа
Индуктированное продольное напряжение в однопроводных цепях полуавтоматической блокировки прн нормальной работе линии электропередачи по системе— «два провода — земля» превышает 30 действующих *в*		

Продолжение табл. 185

Степень влияния	Меры защиты	Примечание
	ж) переустройство однопроводных цепей на двухпроводные	
Индуктируемая продольная э.д.с. в одной нитке рельсовой цепи блок-участка автоблокировки переменного тока при однофазном замыкании на землю линии электропередачи превосходит 300 действующих *в*	Включение в схему дополнительных реле, замедляющих переключение сигнальных огней с красного на разрешительный и тем самым устраняющих возможность ложного срабатывания автоблокировки при аварии на линии передачи	
Напряжение прикосновения к рельсовым цепям автоблокировки при однофазном заземлении линии электропередачи с заземлённой нейтралью превосходит 150 действующих *в*	а) Разделение рельсовой цепи на отдельные цепи; б) относ или каблирование линии передачи; в) подвеска защитного троса на линии передачи и др.	

ного тока, чтобы индуктируемые в цепях связи и сигнализации напряжения и токи не превосходили установленных норм.

Это взаимное расположение определяют расчётом при выборе трассы линии связи или линии сильного тока.

Если требования расчёта по каким-либо соображениям (техническим, экономическим или эксплоатационным) выполнить нецелесообразно или затруднительно, то применяют специальные меры защиты.

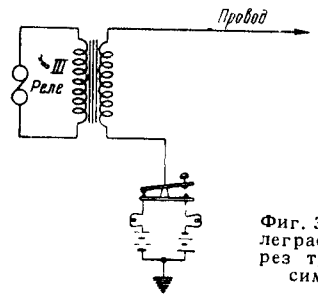
В табл. 185 перечислены мероприятия по защите устройств связи и сигнализации от опасных влияний при коротком замыкании на землю фазовых проводов линии сильного тока.

В табл. 186 перечислены мероприятия по защите устройств связи и сигнализации от мешающего действия контактной сети электрических железных дорог, линий электропередачи и в том числе высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки.

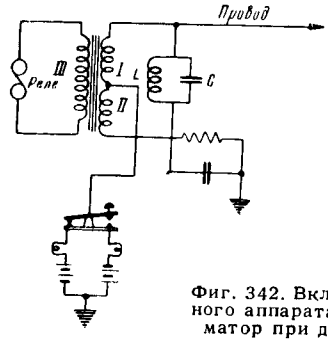
Таблица 186

Меры по защите устройств связи от мешающего действия линий сильного тока и контактной сети электрических железных дорог

Характер влияния	Меры защиты	Примечание
Индуктивное мешающее влияние контактной сети электрических железных дорог на телефонные цепи	а) Повышение коэфициента сглаживания сглаживающих устройств на тяговых подстанциях с 25 до 50; б) перекладка на траверсы проводов, подвешенных на крюках; в) скрещивание телефонных цепей по специальному проекту; г) частичная относка линии связи в местах наибольшего её приближения к влияющей линии; д) сплошная относка воздушной линии связи; е) каблирование линии связи ж) переустройство однопроводных телефонных цепей на двухпроводные	При коэфициенте сглаживания, равном 25, формфактор кривой напряжения равен 0,15, а при коэфициенте сглаживания, равном 50, —0,11
Гальваническое мешающее влияние тяговых токов электрических железных дорог	а) Включение телеграфных аппаратов через трансформаторы; б) выноска заземлений телеграфных станций из зоны блуждающих токов электротяги; в) переустройство однопроводных телеграфных цепей на двухпроводные	Схема включения телеграфных аппаратов через трансформаторы при симплексной связи (фиг. 341) и дуплексной связи (фиг. 342)
Индуктивное мешающее влияние линий электропередачи	а) Меры, перечисленные в пп. «б — ж», рекомендуемые для защиты от индуктивного мешающего влияния контактной сети электрических железных дорог; б) уменьшение полного цикла транспозиции строящихся линий передачи; в) установка на телеграфных цепях резонансных контуров, настроенных на основную частоту тока линии передачи (50 *гц*).	Применяется на телеграфных цепях, работающих со скоростью не более 60 *бод*



Фиг. 341. Включение телеграфного аппарата через трансформатор при симплексной связи



Фиг. 342. Включение телеграфного аппарата через трансформатор при дуплексной связи

ЗАЩИТА ТЕЛЕФОННЫХ ЦЕПЕЙ ОТ ВЗАИМНЫХ ВЛИЯНИЙ

СКРЕЩИВАНИЕ ТЕЛЕФОННЫХ ЦЕПЕЙ

При наличии нескольких телефонных цепей на опорах одной и той же воздушной линии обнаруживается взаимное индуктивное влияние между цепями.

Это влияние проявляется в виде внятного или невнятного (неразборчивого) переходного разговора. Внятный переходный разговор наблюдается в том случае, когда переход тока из влияющей цепи в цепь, подверженную влиянию, не сопровождается преобразованием частот его отдельных составляющих и когда частотные полосы, передаваемые по обеим цепям, совпадают. Если же частотные полосы сдвинуты или при переходе тока происходит преобразование частот, его составляющих (например вследствие инверсии несущих частот), то переходный разговор становится невнятным.

Невнятный переходный разговор в виде «несвязного бормотания» возникает также и при отсутствии преобразования частот или сдвига частотных полос в тех случаях, когда в цепь, подверженную влиянию, одновременно переходят токи из нескольких соседних телефонных цепей.

Защищённость телефонной цепи или телефонного канала от переходного разговора определяется разностью между уровнем полезного сигнала P_c и уровнем переходного тока P_n в рассматриваемой точке цепи, подверженной влиянию, т. е. величиной $\zeta = P_c - P_n$.

Защищённость от переходного разговора при согласованных нагрузках цепей связана с переходным затуханием между цепями соотношением

$$\zeta = \ln \left| \frac{E_2}{E_1} \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} \right| + B - b_{l2},$$

где E_1 — электродвижущая сила источника тока, включённого на одном конце влияющей цепи;

E_2 — электродвижущая сила источника тока, включённого на том же или противоположном конце цепи, подверженной влиянию; место включения источника определяется видом переходного разговора;

Z_1 и Z_2 — волновые сопротивления цепей, влияющей и подверженной влиянию;

B — результирующая величина переходного затухания между рассматриваемыми цепями и

b_{l2} — затухание цепи, подверженной влиянию.

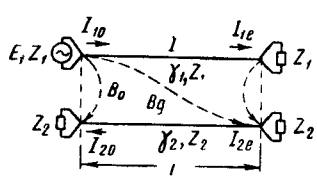
Виды и определения переходного затухания, от величины которого зависит защищённость от переходного разговора, приведены в табл. 187.

Увеличение переходного затухания, а следовательно, и защищённости от переходного разговора на воздушных линиях достигается путём скрещивания двухпроводных телефонных цепей. Скрещивание цепей также позволяет уменьшить помехи со стороны соседних телефонных цепей, высоковольтных линий, контактных проводов электрифицированных железных дорог и т. п.

Скрещиваниями двухпроводной цепи называют такие изменения положений, занимае-

Таблица 187

Виды переходного затухания и основные определения

Расчётная схема	Вид переходного затухания	Определение переходного затухания
	Переходное затухание на ближнем конце	$B_e = \ln \left\| \frac{I_{1e}}{I_{2e}} \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} \right\|$ *нп*
	Встречное переходное затухание	$B_g = \ln \left\| \frac{I_{1e}}{I_{2l}} \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} \right\|$ *нп*
	Переходное затухание на дальнем конце	$B_l = \ln \left\| \frac{I_{1l}}{I_{2l}} \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} \right\| = B_g - \beta_1 l$ *нп*

Примечание. Виды и определения переходного затухания приведённые в настоящем разделе, в целях увязки с действующей «Инструкцией по скрещиванию телефонных цепей» сохранены такими же как они даны в указанной инструкции. В настоящее время встречное переходное затухание называют переходным затуханием на дальнем конце; см. также примечание к табл. 213.

мых проводами цепи на опоре, при которых один провод цепи периодически занимает место другого.

При наличии на воздушной линии нескольких цепей скрещивания их производят по различным схемам, образующим в совокупности схему скрещиваиия цепей воздушной линии. При размещении скрещиваний вдоль линии применяют секции скрещивания. Секцией скрещивания называется такой участок линии, в пределах которого влияние между телефонными цепями скомпенсировано до определённой величины при помощи скрещивания цепей по определённой схеме.

Элементом скрещивания называется наименьшее расстояние между двумя соседними скрещиваниями, принятое для данной секции скрещивания.

Секции скрещивания, применяемые в СССР, составляются из числа элементов $n = 2^m$, где $m = 3, 4, 5, 6$ или 7. Нормальная длина элемента принята равной двум пролётам. Место соединения концов секций называется стыком секций.

Число элементов между двумя соседними скрещиваниями одной и той же телефонной цепи называется индексом скрещивания этой цепи. Индексы 1, 2, 4, 8, 16, 32 и 64 обозначают, что цепь скрещивается равиомерно соответственно через 1, 2, 4, 8, 16, 32 и 64 элемента. Сочетание нескольких индексов скрещиваиия, иапример 1—2—4, называется комбинацией индексов скрещивания. Комбинация индексов скрещивания получается в результате наложения друг на друга соответствующего числа простых схем скрещивания, определяющихся одинарными индексами.

Так, комбинация 1—2—4 представляет собой результат трёхкратного скрещивания последовательно по индексам 1, 2 и 4. При этом надо иметь в виду, что при наложении на одну и ту же точку цепи чётного числа скрещиваний их следует считать взаимно компенсирующими друг друга.

Формулой взаимной защищённости двух телефонных цепей называется сочетание индексов защищённости, равное разности комбинаций индексов защищённости двух рассматриваемых цепей. Например, если одна цепь скрещена по комбинации индексов 1—4—8, а другая цепь — по комбинации индексов 2—8, то формула взаимной защищённости будет иметь вид 1 — 2 — 4 (т. е. при составлении формулы взаимной защищённости опускают одинаковые индексы: в данном случае опускают индекс 8). Формула взаимной защищённости определяет эффект, вносимый скрещиваниями.

Эффект, вносимый скрещиваниями, уменьшается влиянием конструктивных неодиородностей. Разлнчают неоднородности длин элементов и профильные неоднородности. Первые обусловлены практическим неравенством длин элементов, а вторые — отклонением расстояний между проводами от их номинальных значений.

Переходное затухание на дальнем конце и встречное переходное затухание уменьшаются вследствие влияния через третьи цепи и через пучок проводов. Кроме того, при наличии отражений у концов цепей возникают дополнительные пути переходного разговора на дальний конец.

Все эти явления учитывают при расчёте переходных затуханий.

Для условного обозначения различных профилей опор приняты следующие обозначения:

NT-*c*-*a*-*b* (например 5*T*-60-20-50),

*n*K-*a* (например 60*K*-60),

где *T* и *K* — обозначают способ подвески проводов на траверсах и на крюках соответственно;
N — число траверс;
n — число цепей;
a — расстояние между проводами в *см*;
b — расстояние между цепями в *см*;
c — расстояние между траверсами в *см*.

Основные положения инструкции по скрешиванию телефонных цепей 1947 г.

1. Установленные типовые профили с указанием нумерации цепей указаны на фиг. 343.

2. Цепи из цветного металла размещаются на опорах согласно табл. 188.

3. Уплотнение цепей в полосе частот от 30 до 65 *кгц* может производиться только при отсутствии цепей, уплотнённых в полосе частот до 150 *кгц*. При наличии цепей, уплотнённых в полосе частот до 150 *кгц*, остальные цветные цепи могут быть уплотнены только в полосе частот до 30 *кгц*.

4. Неуплотиённые стальные цепи могут занимать любое место на опоре, а уплотнённые стальные цепи должны размещаться на ней особым образом, указанным в инструкции по скрещиваниям телефонных цепей 1947 г. (п. 1, 22).

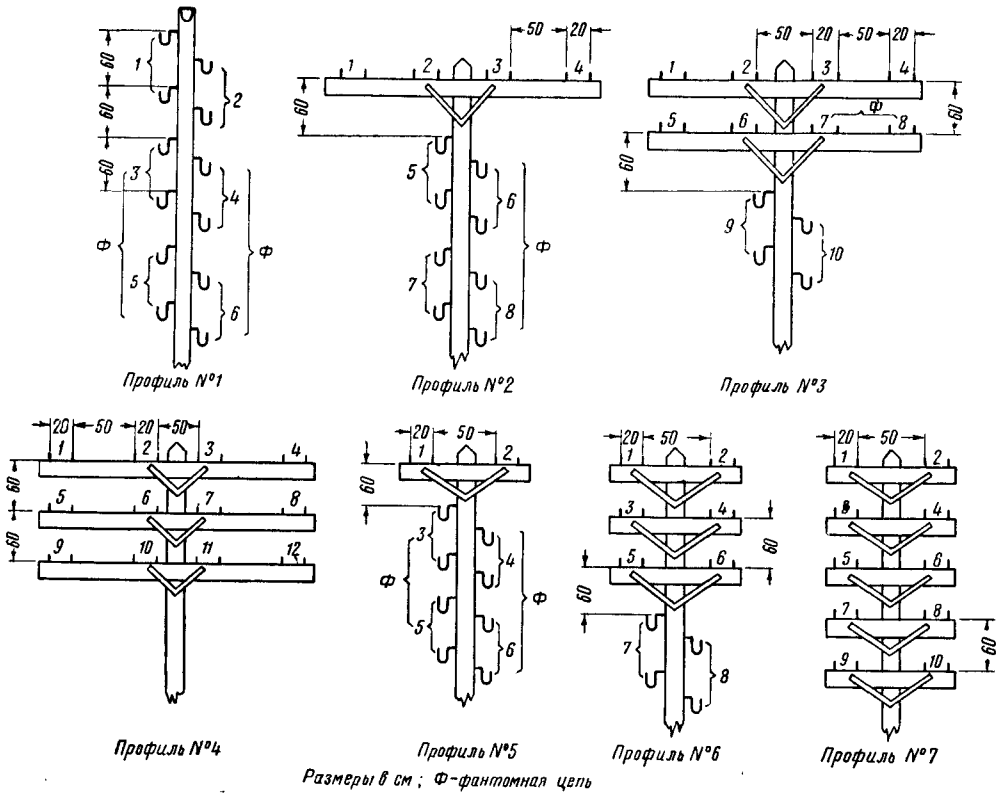
5. Цепи и провода Министерства путей сообщения рекомендуется размещать на опорах в зависимости от их назначения в соответствии с табл. 189.

6. Индексы скрещивания для различных профилей опор приведены на фиг. 344—350.

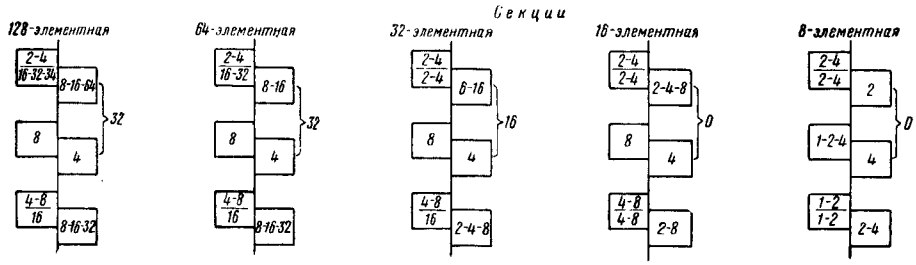
Таблица 188

Размещенне цветных цепей на опорах

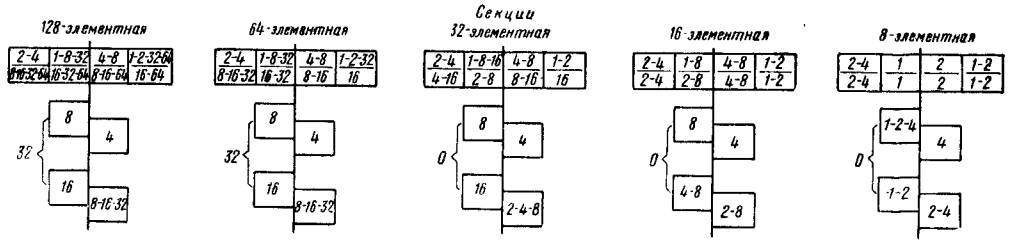
Диапазон частот уплотнения в *кгц*	Номер профиля						
	1	2	3	4	5	6	7
	Номер мест на опоре						
До 65	1 и 5	1, 2, 3 и 4	1, 2, 3 и 4	1, 2, 3, 4, 9 и 12	1 и 2	1, 2 и 6	1, 2, 6 и 9
» 150	1	1 и 4	1 и 4	1, 4, 9 и 12	1	1 и 6	1 и 6



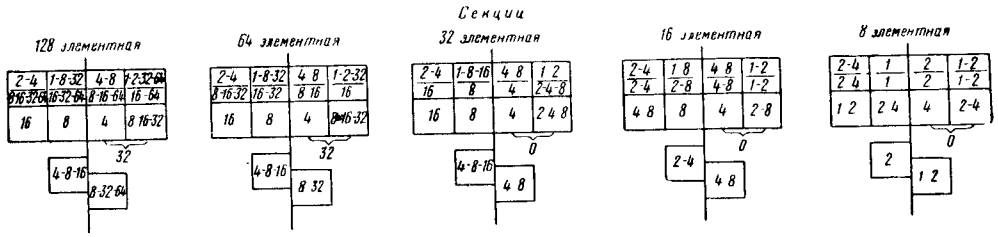
Фиг. 343. Профили опор воздушных линий связи



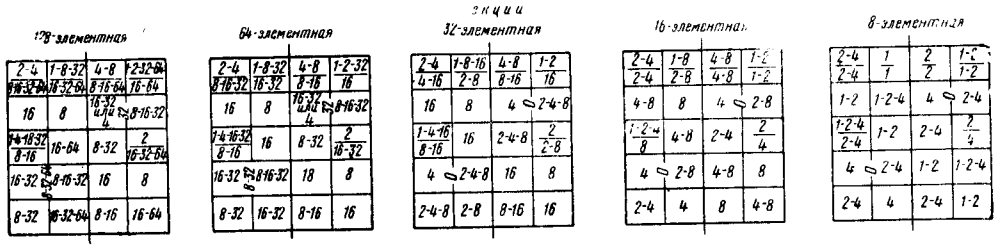
Фиг. 344. Индексы скрещивания телефонных цепей. Профиль № 1



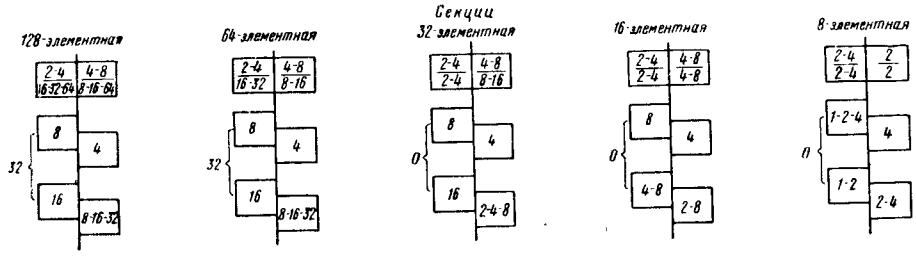
Фиг. 345. Индексы скрещивания телефонных цепей. Профиль № 2



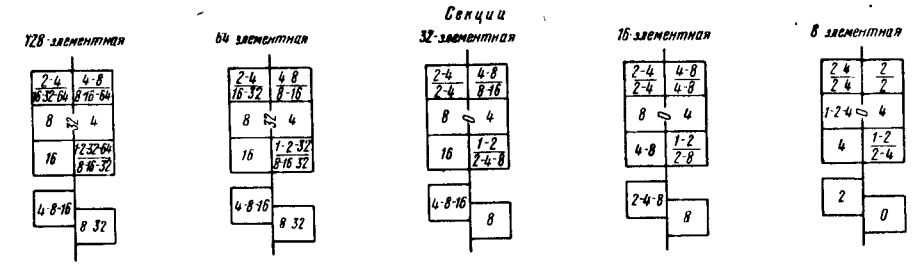
Фиг. 346. Индексы скрещивания телефонных цепей. Профиль № 3



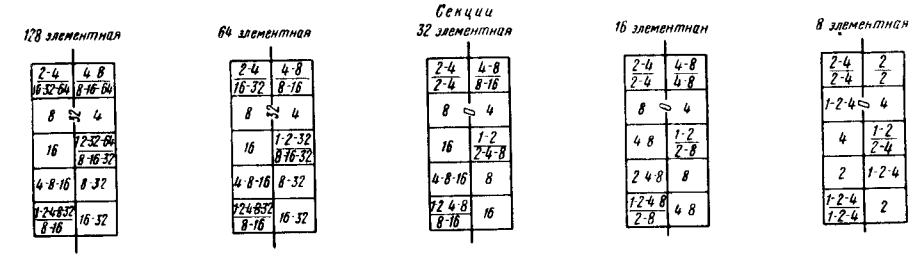
Фиг. 347. Индексы скрещивания телефонных цепей. Профиль № 4



Фиг. 348. Индексы скрещивания телефонных цепей. Профиль № 5



Фиг. 349. Индексы скрещивания телефонных цепей. Профиль № 6



Фиг. 350. Индексы скрещивания телефонных цепей. Профиль № 7

Таблица 189

Размещение цепей и проводов Министерства путей сообщения на опорах линий связи

Наименование цепей связи и сигнализации МПС	Номер профиля						
	1	2	3	4	5	6	7
	Номера мест на опоре						
Цветная цепь магистральной телефонной связи и стальная цепь дальней телефонной связи	1	1	1	По индивидуальному проекту	1	1	По индивидуальному проекту
Цепь дальней телефонной связи	3 и 5	2 и 5	2, 6 и 10		3 и 5	3 и 5	
Цепь дорожной телефонной связи (ДГП)	—	4	4		—	—	
Цепь постанционной телефонной связи	6	8	7		6	6	
Цепь поездной диспетчерской телефонной связи	4	6	5 и 8		4	4	
Цепь линейно-путевой телефонной связи	—	7	9		—	—	
Телеграфный провод	2	3	3		2	2	
Провод жезловой сигнализации или межстанционной телефонной связи	2	3	3		2	2	
Искусственная (фантомная) цепь дальней телефонной связи	3—5 или 4—6	6—8	7—8		3—5 или 4—6	3—5 или 4—6	

Примечание. Не допускается уплотнять стальные цепи, из которых составлена искусственная цепь, и составлять искусственную цепь из уплотнённых цепей.

Таблица 190

Допускаемые отклонения длин элементов

Средняя длина элемента секции в *м*	35	40	50	60	70	80	100	125
Допускаемое отклонение от средней длины элемента секции в *м*	±6,0	±6,5	±7,0	±8,0	±8,5	±9,0	±10,0	±11,0

Индексы, указанные в числителе, относятся к цветным цепям, а в знаменателе — к стальным цепям; все остальные индексы относятся только к стальным цепям.

7. Вся длина усилительного участка должна быть разделена на секции, причём если при данной длине участка не укладывается целое число основных 128-элементных секций с длиной элемента в два пролёта, то применяются укороченные секции. Укороченных секций должно быть возможно меньше и выбирать их следует с наибольшим числом элементов.

Разбивка линии на секции производится по усилительным участкам цепей, уплотнённых аппаратурой 3-канальной и 12-канальной систем. При отсутствии цветных цепей разбивка линии на секции производится по усилительным участкам стальных цепей.

На линиях I и II классов разбивка на секции производится от концов усилительного участка так, чтобы укороченные секции размещались примерно на его середине. На линиях III класса разбивка на секции выполняется от стделенческого узла связи, причём укороченные секции с числом элементов менее 32 не применяются. Если целое число секций на длине линии не укладывается, то последнюю секцию в 32 элемента можно оставить незаконченной.

При практической невозможности соблюдения одинаковых длин элементов на всём протяжении усилительного участка могут допускаться секции с различными средними длинами элементов. В пределах секций отклонения длин элементов от средней длины не должны превышать величин, указанных в табл. 190.

Если по условиям местности невозможно обеспечить отклонения, не превышающие указанных в табл. 190, то допускаются бóльшие отклонения, но с тем, чтобы число их не превышало указанного в табл. 191.

Таблица 191

Допускаемые отклонения длин отдельных элементов при устройстве переходов

Отклонение от средней длины элементов в *м*	200	100	50	25
Число отклонений	1	2	6	16

8. При соединении секций между собой необходимо соблюдать следующие правила:

цепи, скрещиваемые по схеме, содержащей нечётное число индексов, например: 2, 4, 8, 16, 32 и т. п., на стыках секций должны иметь скрещивание;

цепи, скрещиваемые по схеме, содержащей чётное число индексов, например: 2—4, 8—16, 32—64 и т. п., на стыках секций не должны скрещиваться.

9. Устройство шлейфов для ввода цветных цепей в усилительные пункты не допускается. Также не допускается ввод цветных цепей в контрольные пункты; у контрольных пунктов для испытания цепей устанавливают контрольные опоры.

Ввод цепей, уплотнённых в полосе частот до 150 *кгц*, устраивают по особым правилам, указанным в инструкции по скрещиванию телефонных цепей 1947 г. (раздел 1.5).

Допускается устройство шлейфов для стальных цепей и телеграфных проводов.

Скрещивание цепей на шлейфах производится самостоятельно по индексам укороченных секций соответствующих профилей.

10. При наличии на данной линии двух и большего числа цветных цепей ответвление одной из этих цепей рекомендуется делать в конце секции. Если это вызывает дополнительные затраты, то допускается ответвление цветной цепи от конца любого восьмого элемента.

Ответвление стальных телефонных и селекторных цепей, а также телеграфных, жезловых и блокировочных проводов рекомендуется делать в следующих пунктах:

Для секции		В конце элемента
128-элементной		32, 64, 96 и 128
64	»	32, 48 и 64
32	»	8, 16, 24 и 32
16	»	8 и 16
8	»	4 и 8

Если выполнение этого указания требует дополнительных затрат, то допускается устройство ответвления стальных неуплотнённых цепей и телеграфных проводов в любом месте секции. Ответвление стальных уплотнённых цепей в любом месте секции не допускается.

11. Телеграфные провода можно располагать на любых местах профилей 1—7, за исключением мест, предназначенных для цветных цепей. Подвеска проводов трансляционных сетей вещания на одних опорах с проводами связи не допускается.

Порядок расчёта переходных затуханий между скрещенными цепями

1. Нормы переходного затухания между телефонными цепями приведены в табл. 192.

2. Основные расчётные формулы указаны в табл. 193—195.

Таблица 192

Нормы переходного затухания между телефонными цепями

Наименование норм	Допустимая величина в *неп*	Примечание
Результирующая величина переходного затухания на ближнем конце при частоте 800 *гц* на каждом усилительном участке:		
между телефонными цепями	$B_{op} \geqslant 7{,}5 + \frac{1}{2} \ln N$	N — число усилительных участков на длине параллельного пробега цепей
между селекторными цепями, а также между селекторными и телефонными цепями	$B_{op} \geqslant 8{,}5$	
Результирующая величина переходного затухания между двумя уплотнёнными цепями на усилительном участке в пределах полосы частот, передаваемой по обеим цепям:		
на ближнем конце	$B_{op} \geqslant 5{,}8 + \frac{1}{2} \ln N + \ln 2p$	p — коэфициент отражения вследствие несогласованности волновых сопротивлений линии и вводных проводов или вводного кабеля: $p = 0{,}4$ в полосе частот до 30 *кгц* $p = 0{,}1$ в полосе частот 30 — 150 *кгц*
на дальнем конце	$B_{lp} \geqslant 5{,}8 + \frac{1}{2} \ln N$	
	При уплотнении цепей системами со сдвинутыми спектрами частот допустимые величины B_{op} и B_{lp} могут быть уменьшены на 1 *неп*	
Результирующая величина переходного затухания на дальнем конце на усилительный участок между цветными и стальными цепями в полосе частот, передаваемой по обеим цепям при их расположении:		
на крюках	$B_{lp} \geqslant 11{,}3$	При снижении уровня передачи по цветной цепи до +0,5 *неп* указанные значения могут быть снижены на 1,5 *неп*
на траверсах	$B_{lp} \geqslant 11{,}8$	
на крюках и траверсах	$B_{lp} \geqslant 11{,}5$	
Допустимая отрицательная величина добавочного переходного затухания, обусловленная индексами скрещивания цветной цепи, при расположении цепей:		
на крюках	Не больше 1,2	
на траверсах	Не больше 2,0	
Переходное затухание на ближнем конце между цветными цепями, из которых одна уплотнена до 30 *кгц*, а другая до 150 *кгц* в полосе частот от 30 до 150 *кгц*	$B_{op} \geqslant 2{,}0$	
Переходное затухание между уплотнённой цветной и каждой стальной цепями в полосе частот, передаваемой по цветной цепи	$B_{op} \geqslant 2{,}7$	
Переходное затухание между цветными цепями, уплотнёнными до 150 *кгц*, при вводе их в усилительные пункты:		
между выходом и входом одной и той же уплотнённой цепи	Не меньше 12,0	
между выходом одной уплотнённой цепи и входом другой	Не меньше 16,0	

Таблица 193

Основные формулы для расчёта переходного затухания на ближнем конце

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Значения величин
1	**Переходное затухание на ближнем конце между нескрещенными цепями**	$B_0 = \ln \left\| \frac{2(\gamma_1 + \gamma_2)}{\omega K_0 \sqrt{Z_1 Z_2}} \cdot \frac{1}{1 - e^{-(\gamma_1 + \gamma_2) l}} \right\|$ Если $(\beta_1 + \beta_2) l > 3$ *нп*, то $B_0 = \ln \left\| \frac{2(\gamma_1 + \gamma_2)}{\omega K_0 \sqrt{Z_1 Z_2}} \right\|$ при одинаковых цепях и $\beta l > 1{,}5$ *нп* $B_0 = \ln \left\| \frac{1C}{K_0} \right\|$	$\omega = 2\pi f$ — угловая частота; Z — волновое сопротивление; $\gamma = \beta + j\alpha$ — постоянная распространения; K_0 — коэфициент электромагнитной связи для ближнего конца; l — длина параллельного пробега цепей; C — ёмкость двухпроводной цепи в *ф/км*
2	Коэфициент электромагнитной связи	$K_0 = C_{12} + \frac{m_{12}}{Z_1 Z_2}$, где $C_{12} = 13\,900 \frac{\ln \frac{r_{23} r_{14}}{r_{13} r_{24}}}{\left(\ln \frac{a}{r}\right)^2} \cdot 10^{-12}$ *ф/км* и $m_{12} = 200 \ln \frac{r_{23} r_{14}}{r_{13} r_{24}} \cdot 10^{-6}$ *гн/км*	C_{12} — коэфициент ёмкостной связи; $\frac{m_{12}}{Z_1 Z_2}$ — коэфициент магнитной связи; r_{ik} — расстояние между проводами i и k двух рассматриваемых цепей в *см*; a — расстояние между осями проводов цепи в *см*; r — радиус провода в *см*
3	Добавочное переходное затухание на ближнем конце, обусловленное скрещиванием по индексу n*	$B_n = \ln \sqrt{\frac{\mathrm{ch} 2\beta' ns + \cos 2\alpha' ns}{\mathrm{ch} 2\beta' ns - \cos 2\alpha' ns}}$, где $\beta' = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2}$ и $\alpha' = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$	β_1 и β_2 — постоянные затухания 1-й и 2-й цепей; α_1 и α_2 — фазовые постоянные 1-й и 2-й цепей; n — индекс скрещивания; s — средняя длина элемента
4	Затухание, характеризующее влияние неодинаковых длин элементов	$B_{эл} = \ln \left\| \sqrt{s} \cdot \frac{1{,}41 \sqrt{\beta_1 + \beta_2}}{\gamma_1 + \gamma_2} \right\|$ при одинаковых цепях $B_{эл} = \ln \frac{\sqrt{s}}{\Delta s} \cdot \sqrt{\beta}$	Δs — наибольшее отклонение от средней длины элемента s; Δs — не должно превышать величин:

$s_м$	70	80	90	100	125
$\Delta s_м$	±8,5	±9,0	±9,5	±10	±11

5	Затухание, характеризующее влияние профильных неоднородностей	$B_{опр} = \ln \left\| \frac{K_0}{\Delta K_0} \cdot \frac{1{,}41 \sqrt{\beta_1 + \beta_2}}{\sqrt{l_{пр} (\gamma_1 + \gamma_2)}} \right\|$ при одинаковых цепях $B_{опр} = \ln \left\| \frac{K_0}{\Delta K_0} \cdot \frac{\sqrt{\beta}}{\sqrt{l_{пр} \gamma}} \right\|$	$l_{пр}$ — длина пролёта в *км*; $\frac{\Delta K_0}{K_0}$ — отклонение коэфициента электромагнитной связи для ближнего конца

* Если схема взаимной защищённости двух цепей характеризуется сочетанием нескольких различных индексов, то результирующая величина добавочного переходного затухания, обусловленного скрещиваниями,

$$B_{пр} = \sum_{1}^{r^*} B_n .$$

Знак * напоминает о том, что в сумму выписываются только те B_n, которые соответствуют индексам скрещивания, входящим в формулу взаимной защищённости цепей.

Пример. 1-я цепь скрещена по индексам 4—16—32; 2-я цепь—по индексам 4—8—16, тогда взаимная защищённость определяется сочетанием индексов 8—32 и

$$B_{пр} = B_8 + B_{32}.$$

Продолжение табл. 193

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Значения величин
6	Отклонение коэфициента электромагнитной связи для ближнего конца	$\left\|\frac{\Delta K_0}{K_0}\right\| = 0{,}55\,\frac{\sqrt{A_x^2\,\Delta x_m^2 + A_y^2\,\Delta y_m^2}}{\ln N}$, где $A_x = \left[\left(\frac{x_{13}^2}{r_{13}^4} + \frac{x_{14}^2}{r_{14}^4} + \frac{x_{23}^2}{r_{23}^4} + \frac{x_{24}^2}{r_{24}^4}\right) - \left(\frac{x_{13}\,x_{14}}{r_{13}^2\,r_{14}^2} + \frac{x_{23}\,x_{24}}{r_{23}^2\,r_{24}^2} + \frac{x_{13}\,x_{23}}{r_{13}^2\,r_{23}^2} + \frac{x_{14}\,x_{24}}{r_{14}^2\,r_2^2}\right)\right]$. A_y определяется по формуле для A_x при условии замены в этой формуле коэфициентов x на y с теми же индексами: $N = \frac{r_{14}\,r_{23}}{r_{13}\,r_{24}}$	x_{mn} — проекция нормального расстояния r_{mn} между проводами m и n на горизонтальную ось x; y_{mn} — то же, на ось y; Δx_m — допустимое отклонение величины x_m по горизонтали; при расположении проводов: на траверсах — 1,25 *см*, на крюках — 5 *см* и на комбинированном профиле (траверсы—крюки)—2,5 *см*; $\Delta y_m = 3$ *см* — допустимое отклонение величины y_m по вертикали
7	Затухание, определяющее влияние конструктивных неоднородностей	$B_{ок} = -\frac{1}{2}\ln\left(e^{-2B_{оэл}} + e^{-2B_{опр}}\right)$	
8	Результирующая величина переходного затухания на ближнем конце	$B_{ор} = B_0 - \frac{1}{2}\ln\left(e^{-2B_{пр}} + e^{-2B_{ок}}\right)$	

Таблица 194

Формулы для определения результирующей величины переходного затухания на ближнем конце при наличии участков с различными профилями линии и схемами скрещивания

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Значения величин
1	Результирующая величина переходного затухания на ближнем конце при наличии участков с различными профилями линии и схемами скрещивания	$B_{ор} = -\frac{1}{2}\ln\left(e^{-2B'_{ор}} + e^{-2\left(B''_{ор} + 2\beta l_1\right)} + e^{-2\left[B'''_{ор} + 2\beta(l_1 + l_2)\right]} + \ldots\right)$	$B'_{ор}$ — результирующее переходное затухание для 1-го участка; $B''_{ор}$ — то же для 2-го участка; $B'''_{ор}$ — то же для 3-го участка; $l_1, l_2, \ldots$ — длины участков $\beta = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2}$
2	То же, но при различных схемах скрещивания по участкам (профиль опор на всём протяжении одинаков)	$B_{ор} = B_0 - \frac{1}{2}\ln\left(e^{-(B_{от} - B_0)} + e^{-2B_{ок}}\right)$, где $B_{от} = B_0 - \ln\left[T_{1n}\left(1 - e^{-2\gamma l_1}\right) + T_{2n}\left(1 - e^{-2\gamma l_2}\right)e^{-2\gamma l_1} + T_{2n}\left(1 - e^{-2\gamma l_2}\right)e^{-2\gamma(l_1 + l_2)} + \ldots\right]$	$B_{от}$ — теоретическое значение переходного затухания; T_{1n} — произведение гиперболических тангенсов в формуле взаимной защищённости двух цепей для 1-го участка; T_{2n} — то же, но для 2-го участка; T_{3n} — то же для 3-го участка; $\gamma = \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2}$

Таблица 195

Формулы для расчёта переходного затухания на дальнем конце

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Значения величин
1	Затухание, определяющее влияние вследствие отражения	$B_{lo} = -\ln p\,(e^{-B_{op1}} + e^{-B_{op2}})$. Если $B_{op1} = B_{op2} = B_{op}$, то $B_{lo} = B_{op} - \ln 2p$. Если определяется B_{lo} при параллельном пробеге цветной и стальной цепей, то $B_{lo} = B_{op} + \beta_ц l_ц - \ln p - \frac{1}{2}\ln\frac{1-e^{-2\beta_ц l_ц}}{1-e^{-0{,}5\beta_ц l_ц}}$	B_{op1} — результирующее переходное затухание на ближнем конце, рассчитанное с одной стороны усилительного участка; B_{op2} — то же, но с другой стороны; p — коэфициент отражения вследствие несогласованности волновых сопротивлений воздушной цепи и вводных проводов или вводного кабеля. Для расчётов принимают: $p = 0{,}4$ в полосе частот до 30 *кгц*; $p = 0{,}1$ то же от 30 до 150 *кгц*; $\beta_ц$ — постоянная затухания цветной цепи; $l_ц$ — длина усилительного участка цветной цепи
2	Затухание, определяющее влияние неодинаковых длин элементов	$B_{lэл} = \ln\left\lvert\frac{2}{\omega K_l \sqrt{Z_1 Z_2}\,\Delta s}\times\frac{\sqrt{2(\beta_{cm}-\beta_ц)s}}{e^{-\beta_ц ns}}\right\rvert$ при одинаковых цепях $B_{lэл} = \ln\left\lvert\frac{2}{\omega K_l Z \Delta s\sqrt{n}}\right\rvert$	K_l — коэфициент электромагнитной связи для дальнего конца; Δs — максимальное отклонение от средней длины элемента в *км*; β_{cm} — постоянная затухания стальной цепи; $\beta_ц$ — то же, цветной цепи; n — число элементов на усилительном участке
3	Затухание, определяющее влияние профильных неоднородностей	$B_{lnp} = \ln\left\lvert\frac{2}{\omega\Delta K_l l_{np}}\sqrt{\frac{2(\beta_{cm}-\beta_ц)l_{np}}{Z_{cm}Z_ц}}\right\rvert$ при одинаковых цепях $B_{lnp} = \ln\left\lvert\frac{2}{\omega\Delta K_l Z l_{np}\sqrt{m}}\right\rvert$	ΔK_l — изменение коэфициента электромагнитной связи для дальнего конца; Z_{cm} — волновое сопротивление стальной цепи; $Z_ц$ — волновое сопротивление цветной цепи; l_{np} — длина пролёта в *км*; m — число пролётов на участке параллельного пробега цепей
4	Изменение коэфициента электромагнитной связи для дальнего конца	$\Delta K_l = \frac{\Delta K_o}{K_o} K_l$. При этом величина K_l определяется по формулам: а) между цветными цепями $\lvert K_l\rvert = \sqrt{K_g^2 + K_m^2}$, где $K_g = C_{12} - \frac{m_{12}}{\lvert Z^2\rvert}$, $K_m = \frac{m_{12}}{\lvert Z^2\rvert}\cdot\frac{1}{\omega}\left(\frac{R}{L}-\frac{G}{C}\right)$; б) между цветной и стальной цепями или между стальными цепями $K_l = C_{12} - \frac{m_{12}}{Z_1 Z_2}$	ΔK_o — изменение коэфициента электромагнитной связи для ближнего конца; K_o — коэфициент электромагнитной связи для ближнего конца; K_l — то же для дальнего конца; C_{12} — коэфициент ёмкостной связи; $\frac{m_{12}}{Z_1 Z_2}$ — коэфициент магнитной связи; $\omega = 2\pi f$ — угловая частота; Z — волновое сопротивление; R, L, C и G — первичные параметры цветной цепи

Продолжение табл. 195

№ формулы	Определяемая величина	Расчётная формула	Значения величин
5	Затухание, определяющее влияние конструктивных неоднородностей	$B_{lк} = -\frac{1}{2}\ln\left(e^{-2B_{lэл}} + e^{-2B_{lпр}}\right)$	
6	Затухание, определяющее влияние через третьи цепи	$B_{l_{12}Tp} = B_{013} + B_{032} - \ln\lvert M\rvert$ Для расчёта величины $-\ln\lvert M\rvert$ служат формулы: а) при отсутствии в схемах взаимной защищённости цепей 1—3 и 3—2 повторяющихся наибольших индексов $-\ln\lvert M\rvert = B_{n_{13}} + B_{n_{32}}$; б) с одним наибольшим повторяющимся индексом $-\ln\lvert M\rvert = B'_{n_{13}} + B'_{n_{32}} - \ln\frac{2l}{s} + \ln\kappa + B_{к}$; в) с двумя и более наибольшими повторяющимися индексами $-\ln\lvert M\rvert = B'_{n_{13}} + B'_{n_{32}} - \ln\frac{2l}{s} + A$. Если в схемах взаимной защищённости имеются два одинаковых наибольших индекса $к$ и m, причём $m = 2к$, то $-\ln\lvert M\rvert = B'_{n_{13}} + B'_{n_{32}} - \ln\frac{2l}{s} + \ln m + B_m$	B_{013} и B_{032} — переходное затухание между нескрещенными цепями 1 и 3 и соответственно 3 и 2; $B_{n_{13}}$ и $B_{n_{32}}$ — добавочное переходное затухание, обусловленное схемой взаимной защищённости цепей 1 и 3 и соответственно 3 и 2; $B'_{n_{13}}$ и $B'_{n_{32}}$ — добавочное переходное затухание, обусловленное схемой взаимной защищённости цепей 1 и 3 и соответственно 3 и 2 без учёта наибольших повторяющихся индексов; l — длина параллельного пробега цепей в $км$; s — длина элемента скрещивания; $B_{к}$ — добавочное переходное затухание, соответствующее наибольшему одинаковому индексу; $к$ — численное значение наибольшего одинакового индекса; A — величина, учитывающая влияние наибольших повторяющихся индексов (берётся из табл. 205 и 206)
7	Результирующая величина затухания, определяющего влияние через третьи скрещенные цепи	$B_{l_{12}Tp} = -\frac{1}{2}\ln\left(e^{-2B'_{l_{12}Tp}} + e^{-2B''_{l_{12}Tp}} + e^{-2B'''_{l_{12}Tp}} + \ldots\right)$	$B'_{l_{12}Tp}$, $B''_{l_{12}Tp}$, B'''_{l12Tp}, . . . — затухания, определяющие влияние через каждую третью скрещенную цепь
8	Затухание, характеризующее влияние между цветными цепями через пучок проводов	$B_{l_{12}пуч} = B_{132} - \ln\lvert M\rvert$	B_{132} — переходное затухание между рассматриваемыми нескрещенными цепями через пучок проводов (определяется по табл. 207); $\ln\lvert M\rvert$ — рассчитывают по формулам, определяющим влияние через третьи цепи, в зависимости от схем скрещивания двух рассматриваемых цепей
9	Результирующая величина переходного затухания на дальнем конце	$B_{lp} = -\frac{1}{2}\ln\left(e^{-2B_{l_0}} + e^{-2B_{lк}} + e^{-2B_{l_{12}Tp}} + e^{-2B_{l_{12}пуч}}\right)$	

Таблица 196

Величины переходного затухания на ближнем конце $B_{ост}$ в неперах между нескрещенными стальными цепями при частоте 800 *гц*

Затухание между цепями	Профиль линии							Затухание между цепями	Профиль линии						
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7
1—2	4,1	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	4—3	6,5	8,1	5,8	5,8	—	8,7	7,2
1—3	5,0	7,4	7,4	7,4	6,5	5,8	5,8	4—9	—	—	7,1	9,2	—	—	8,4
1—4	5,7	8,2	8,2	8,2	6,6	8,6	8,6	4—10	—	—	7,4	10,0	—	—	8,0
1—5	6,5	6,2	5,8	5,8	9,0	7,2	7,2	4—11	—	—	—	8,1	—	—	—
1—6	6,8	6,9	8,6	8,6	8,4	8,1	8,1	4—12	—	—	—	7,2	—	—	—
1—7	7,3	7,8	8,0	8,0	—	9,0	8,0	5—6	4,1	4,1	6,0	6,0	4,1	6,0	6,0
1—8	7,5	8,0	8,5	8,5	—	8,4	8,4	5—7	5,0	5,0	7,4	7,4	—	6,5	5,8
1—9	—	—	7,0	7,2	—	—	8,5	5—8	5,7	5,7	8,2	8,2	—	6,5	8,6
1—10	—	—	7,4	8,1	—	—	8,8	5—9	—	—	6,2	5,8	—	—	7,2
1—11	—	—	—	10,0	—	—	—	5—10	—	—	6,9	8,6	—	—	8,1
1—12	—	—	—	9,2	—	—	—	5—11	—	—	—	8,0	—	—	—
2—3	5,2	6,0	6,0	6,0	5,9	8,6	8,6	5—12	—	—	—	8,5	—	—	—
2—4	5,0	7,4	7,4	7,4	7,4	5,8	5,8	6—7	5,2	5,2	6,0	6,0	—	5,9	8,6
2—5	6,3	6,5	8,6	8,6	8,0	8,1	8,1	6—8	5,0	5,0	7,4	7,4	—	7,4	5,8
2—6	6,5	6,6	5,8	5,8	9,6	7,2	7,2	6—9	—	—	6,5	8,6	—	—	8,1
2—7	7,2	9,0	8,6	8,6	—	8,0	8,4	6—10	—	—	6,6	5,8	—	—	7,2
2—8	7,1	8,4	8,0	8,0	—	9,6	8,0	6—11	—	—	—	8,6	—	—	—
2—9	—	—	8,1	8,1	—	—	8,8	6—12	—	—	—	8,0	—	—	—
2—10	—	—	7,6	7,2	—	—	8,5	7—8	4,1	4,1	6,0	6,0	—	4,1	6,0
2—11	—	—	—	8,1	—	—	—	7—9	—	—	5,9	8,0	—	—	5,8
2—12	—	—	—	10,0	—	—	—	7—10	—	—	7,4	8,7	—	—	8,6
3—4	4,1	6,0	6,0	6,0	4,1	6,0	6,0	7—11	—	—	—	5,8	—	—	—
3—5	5,0	5,9	8,0	8,0	5,0	5,8	5,8	7—12	—	—	—	8,6	—	—	—
3—6	5,7	7,4	8,6	8,6	5,7	8,6	8,6	8—9	—	—	6,7	8,5	—	—	8,6
3—7	6,5	8,0	5,8	5,8	—	8,1	7,2	8—10	—	—	6,6	8,0	—	—	5,8
3—8	6,8	9,6	8,6	8,6	—	7,6	8,1	8—11	—	—	—	8,6	—	—	—
3—9	—	—	7,1	10,0	—	—	8,0	8—12	—	—	—	5,8	—	—	—
3—10	—	—	8,7	8,1	—	—	8,1	9—10	—	—	4,1	6,0	—	—	6,0
3—11	—	—	—	7,2	—	—	—	9—11	—	—	—	7,4	—	—	—
3—12	—	—	—	8,1	—	—	—	9—12	—	—	—	8,2	—	—	—
4—5	5,2	6,7	8,5	8,5	5,2	8,6	8,6	10—11	—	—	—	6,0	—	—	—
4—6	5,0	6,6	8,0	8,0	5,0	5,8	5,8	10—12	—	—	—	7,4	—	—	—
4—7	6,3	7,4	8,6	8,6	—	7,1	8,1	11—12	—	—	—	6,0	—	—	—

3. Переходное затухание между телефонными цепями при тональных частотах определяют для ближнего конца при частоте 800 *гц* по формулам табл. 192.

Значения B_0 — переходного затухания между нескрещенными электрически длинными стальными цепями — даны в табл. 196 для частоты 800 *гц*. Если необходимо определить значение B_0 при других частотах или между цветными цепями или цветными и стальными цепями, то в значения B_0, найденные по табл. 196, должна быть введена поправка согласно формуле

$$B_0 = B_{ост} - \Delta B_0,$$

где $B_{ост}$ — значение B_0 между нескрещенными стальными цепями, взятое из табл. 196;

ΔB_0 — поправка к величине $B_{ост}$, определяемая из табл. 197.

Таблица 197

Поправка ΔB_0 для определения значения B_0 в зависимости от материала проводов и частоты тока

Частота в *кгц*	ΔB_0 в *неп* между цепями		
	стальными	цветными	стальными и цветными
0,8	0	0,6	0,1
3,0	0,1	0,6	0,2
5,0	0,2	0,6	0,3
10,0	0,2	0,6	0,4
40,0	—	0,6	0,5
150,0	—	0,6	0,6

Значения $B_{ок}$ — величины, характеризующей уменьшение переходного затухания между скрещенными цепями вследствие влияния конструктивных неоднородностей, — приведены в табл. 198.

Значения $B_п$ — величины, учитывающей увеличение переходного затухания в зависимости от индексов взаимной защищённости двух рассматриваемых цепей, — указаны в табл. 199 и 200. Значения $B_п$ в этих таблицах даны для отдельных индексов взаимной защищённости.

Если взаимная защищённость двух цепей определяется сочетанием индексов защищённости (например, 2—8—16), то искомое значение $B_п$ определяется как сумма значений $B_п$, соответствующих индексам, входящим в формулу взаимной защищённости, при заданной частоте.

Искомую результирующую величину переходного затухания на ближнем конце между скрещенными цепями определяют по формуле (8) табл. 193.

При этом, если

$$B_п \geqslant B_{ок} + 2,$$

то

$$B_{ор} = B_0 + B_{ок};$$

если же

$$B_{ок} \geqslant B_п + 2{,}0,$$

то

$$B_{ор} = B_0 + B_п.$$

Таблица 198

Значения величины $B_{ок}$ в неперах, учитывающей влияние конструктивных неоднородностей на переходное затухание на ближнем конце между стальными цепями при частоте 800 *гц*
(длина элемента 80—150 *м*)

Затухание между цепями	Профиль линии							Затухание между цепями	Профиль линии						
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7
1—2	4,6	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4—8	4,6	4,3	4,5	4,5	—	3,2	4,5
1—3	4,6	4,5	4,5	4,5	3,8	4,5	4,5	4—9	—	—	4,4	4,0	—	—	4,3
1—4	4,6	4,5	4,5	4,5	4,3	2,7	2,7	4—10	—	—	4,6	2,9	—	—	4,5
1—5	4,6	4,4	4,5	4,5	2,7	4,5	4,5	4—11	—	—	—	4,0	—	—	—
1—6	4,6	4,4	2,7	2,7	4,0	4,0	4,0	4—12	—	—	—	4,5	—	—	—
1—7	—	4,4	4,2	4,2	—	2,7	4,5	5—6	4,6	4,6	4,5	4,5	4,6	4,5	4,5
1—8	—	4,4	4,4	4,4	—	4,0	4,3	5—7	4,6	4,6	4,5	4,5	—	3,8	4,5
1—9	—	—	4,4	4,5	—	—	4,5	5—8	4,6	4,6	4,5	4,5	—	4,3	2,7
1—10	—	—	4,4	4,0	—	—	4,4	5—9	—	—	4,4	4,5	—	—	4,5
1—11	—	—	—	2,9	—	—	—	5—10	—	—	4,4	2,7	—	—	4,0
1—12	—	—	—	4,0	—	—	—	5—11	—	—	—	4,2	—	—	—
2—3	4,2	4,5	4,5	4,5	4,4	2,7	2,7	5—12	—	—	—	4,4	—	—	—
2—4	4,6	4,5	4,5	4,5	3,6	4,5	4,5	6—7	4,2	4,2	4,5	4,5	—	4,4	2,7
2—5	4,5	3,8	2,7	2,7	4,0	4,0	4,0	6—8	4,6	4,6	4,5	4,5	—	3,6	4,5
2—6	4,6	4,3	4,5	4,5	2,9	4,5	4,5	6—9	—	—	3,8	2,7	—	—	4,0
2—7	4,5	2,7	2,7	2,7	—	4,0	4,3	6—10	—	—	4,3	4,5	—	—	4,5
2—8	4,6	4,0	4,2	4,2	—	2,9	4,5	6—11	—	—	—	2,7	—	—	—
2—9	—	—	3,9	4,0	—	—	4,4	6—12	—	—	—	4,2	—	—	—
2—10	—	—	4,2	4,5	—	—	4,5	7—8	4,6	4,6	4,5	4,5	—	4,6	4,5
2—11	—	—	—	4,0	—	—	—	7—9	—	—	4,4	4,2	—	—	4,5
2—12	—	—	—	2,9	—	—	—	7—10	—	—	3,6	2,7	—	—	2,7
3—4	4,6	4,5	4,5	4,5	4,6	4,5	4,5	7—11	—	—	—	4,5	—	—	—
3—5	4,6	4,4	4,2	4,2	4,6	4,5	4,5	7—12	—	—	—	2,7	—	—	—
3—6	4,6	3,6	2,7	2,7	4,6	2,7	2,7	8—9	—	—	4,4	4,4	—	—	2,7
3—7	4,6	4,0	4,5	4,5	—	3,4	4,5	8—10	—	—	4,4	4,2	—	—	4,5
3—8	4,6	2,9	2,7	2,7	—	4,2	4,0	8—11	—	—	—	2,7	—	—	—
3—9	—	—	4,2	2,9	—	—	4,5	8—12	—	—	—	4,5	—	—	—
3—10	—	—	3,2	4,0	—	—	4,3	9—10	—	—	4,6	4,5	—	—	4,5
3—11	—	—	—	4,5	—	—	—	9—11	—	—	—	4,5	—	—	—
3—12	—	—	—	4,0	—	—	—	9—12	—	—	—	4,5	—	—	—
4—5	4,2	4,4	4,4	4,4	4,2	2,7	2,7	10—11	—	—	—	4,5	—	—	—
4—6	4,6	4,4	4,2	4,2	4,6	4,5	4,5	10—12	—	—	—	4,5	—	—	—
4—7	4,5	4,4	2,7	2,7	—	4,2	4,0	11—12	—	—	—	4,5	—	—	—

Примечания. 1. При определении влияния между цветными и стальными цепями при частоте 800 *гц* значения $B_{ок}$, приведённые в данной таблице, надо увеличить на 0,1 *неп*.

2. При определении влияния на частоте 10 *кгц* значения $B_{ок}$, приведённые в данной таблице, надо уменьшать на 1,3 *неп* для случая между стальными цепями и на 1,5 *неп* для случая между цветными цепями.

4. При наличии на линии только одной цветной цепи, кроме определения переходного затухания, на ближнем конце между всеми цепями при частоте 800 *гц* производят ещё проверку на абсорбцию в пучок проводов и в каждую двухпроводную скрещенную цепь по формуле

$$B_{ор} = B_0 + B_п \geqslant 2 \text{ неп}.$$

Таблица 199

Величина добавочного переходного затухания $B_п$ в неперах между скрещенными стальными цепями

Индексы взаимной защищённости	f = 0,8 *кгц*				f = 10 *кгц*			
	Длина элемента в *м*				Длина элемента в *м*			
	80	100	125	150	80	100	125	150
1	5,70	5,50	5,20	5,10	3,70	3,40	3,20	3,00
2	5,00	4,80	4,60	4,40	3,00	2,70	2,50	2,30
4	4,30	4,10	3,90	3,70	2,30	2,00	1,80	1,60
8	3,60	3,40	3,20	3,00	1,60	1,30	1,10	0,90
16	2,90	2,70	2,50	2,30	0,80	0,60	0,40	0,20
32	2,20	2,00	1,80	1,60	0,00	—0,20	—0,80	—1,00
64	1,50	1,30	1,10	0,90	—1,00	—0,50	0,10	0,40

При этом величину $B_п$ для случая проверки абсорбции в стальные скрещенные цепи берут по табл. 201.

Если переходное затухание B_0 между цветной и стальной цепями больше 6,2 *неп*, то проверку на абсорбцию в эту стальную цепь можно не производить.

Таблица 200

Величина добавочного переходного затухания $B_п$ в неперах между скрещенными цветными цепями и между скрещенными цветными и стальными цепями (длина элемента 100 *м*)

Индексы взаимной защищённости	Затухание между цветными цепями		Затухание между цветными и стальными цепями	
	Частота тока в *кгц*			
	0,8	10,0	0,8	10,0
1	6,4	3,9	5,8	3,6
2	5,7	3,2	5,1	2,9
4	5,0	2,5	4,4	2,2
8	4,3	1,8	3,7	1,5
16	3,6	1,1	3,0	0,7
32	2,9	0,2	2,3	—0,2
64	2,2	—1,8	1,6	—0,1
128	1,5	1,3	0,9	0,5

5. При наличии на линии двух и большего числа цветных уплотнённых цепей производят расчёт переходного затухания между всеми цепями при частоте 800 *гц*, проверку на абсорбцию для каждой цветной цепи, как указано выше, и расчёт переходного затухания на ближнем и дальнем концах в диапазоне высоких частот; этот расчёт производится для полосы частот до 150 *кгц* при критических частотах, значения которых указаны в табл. 201 и 202.

Значения величины B_n, учитывающей влияние скрещиваний на переходное затухание на ближнем конце между цветными цепями, берут по табл. 202.

Значения величин $B_{ок}$ и $B_{lк}$, учитывающих влияние конструктивных неоднородностей на ближнем и дальнем концах между цветными цепями, приведены соответственно в табл. 203 и 204.

При расчёте влияния через третьи цепи значения величины A берут из табл. 205 и 206, а результирующее значение $B_{112Тр}$ определяют по формуле (7) табл. 195.

Величина B_{132}, используемая при расчёте влияния через пучок проводов, приведена в табл. 207.

6. При уплотнении стальных цепей каналами высокочастотного телефонирования в полосе частот до 10 *кгц* производят расчёт переходного затухания на дальнем конце при частоте 10 *кгц* как между каждой цветной и стальной уплотнённой цепями, так и между стальными уплотнёнными цепями.

При этом расчёте значения величины $B_{ок}$ берут из табл. 198, величины B_n—из табл. 199, 200 и также 201 и величины $B_{lк}$—из табл. 208.

В случае, если участок параллельного пробега цепей нельзя считать электрически длинным $[(\beta_1 + \beta_2)\, l < 3\ неп]$, то при определении B_0 следует вводить поправку, равную

$$-\ln\left|1 - e^{-(\gamma_1+\gamma_2)\,l}\right|.$$

Конструкции скрещиваний

1. Скрещивания цветных телефонных цепей, расположенных на траверсах, следует производить в точках при помощи накладок для скрещивания. Стальные цепи, расположенные на траверсах, должны скрещиваться в пролёте при помощи подвесных крюков.

2. Скрещивание стальных и цветных цепей, расположенных на крюках, должно производиться в пролётах на Г-образных кронштейнах.

3. Соблюдение неизменности направления вращения проводов при точечных скрещиваниях необязательно.

При устройстве скрещиваний в пролётах необходимо на всех цепях соблюдать неизменность направления вращения проводов (по часовой стрелке).

Более подробно об устройстве накладок, подвесных крюков, Г-образных кронштейнов и кронштейнов для скрещивания искусственных цепей см. на стр. 17—20 данного тома.

Таблица 201

Величина добавочного переходного затухания B_n в неперах между скрещенными цветными и стальными цепями

Длина элемента в *м*				Индексы взаимной защищённости							
80	100	125	150	1	2	4	8	16	32	64	128
Частота в *кгц*											
5,6	4,2	3,0	2,6	4,4	3,7	3,0	2,3	1,6	−0,9	0,0	−1,2
11,5	9,0	7,0	5,8	3,7	3,0	2,3	1,6	0,8	0,0	−1,4	0,8
18,0	14,1	11,0	9,0	3,3	2,6	1,9	1,2	0,4	−0,8	0,0	−0,6
24,4	19,2	15,0	12,3	3,0	2,3	1,6	0,9	0,0	1,6	1,0	0,4
31,0	24,4	19,2	15,7	2,8	2,1	1,4	0,6	−0,4	0,8	0,0	−0,3
37,4	29,7	23,6	19,2	2,6	1,9	1,2	0,4	−0,8	0,0	−0,7	0,3
44,0	35,0	27,8	22,6	2,5	1,7	1,0	0,2	−1,4	0,7	0,0	−0,2
50,2	40,3	31,8	26,2	2,3	1,6	0,9	0,0	−1,8	1,2	0,6	0,2
57,2	45,6	36,0	29,8	2,2	1,5	0,8	−0,2	−1,4	−0,7	0,0	−0,1
63,8	51,0	40,3	33,2	2,1	1,4	0,7	−0,4	−0,8	0,0	−0,5	0,1
70,1	56,3	44,5	36,6	2,0	1,3	0,5	−0,6	−0,4	−0,6	0,0	−0,1
76,3	60,6	49,0	40,2	1,9	1,2	0,4	−0,9	0,0	0,9	0,4	0,1
83,0	66,0	52,8	43,4	1,8	1,1	0,3	−1,1	0,4	0,6	0,0	−0,1
90,0	71,3	57,0	47,0	1,8	1,0	0,2	−1 5	0,8	0,0	−0,3	0,0
96,6	76,6	61,0	50,6	1,7	0,9	0,1	−1,9	1,2	0,5	0,0	0,0
103,4	82,0	65,3	55,0	1,6	0,9	0,0	−2,1	1,4	0,8	0,3	0,0
110,0	87,3	69,5	57,6	1,6	0,8	−0,1	−1,8	1,2	−0,5	0,0	0,0
116,8	92,7	73,5	61,0	1,5	0,8	−0,2	−1,4	0,7	0,0	−0,2	0,0
123,6	98,0	77,4	64,4	1,4	0,7	−0,3	−1,2	0,3	−0,5	0,0	0,0
131,0	103,4	81,6	68,0	1,4	0,6	−0,4	−0,8	0,0	0,7	0,2	0,0
137,0	108,7	86,2	71,4	1,3	0,6	−0,5	−0.6	−0,3	0,4	0,0	0,0
143,8	114,1	90,4	75,0	1,3	0,5	−0,6	−0,4	−0,7	0,0	−0,2	0,0
150,6	119,5	94,2	78,2	1,2	0,5	−0,7	−0,2	−1,0	0,4	0,0	0,0
—	124,9	93,8	81,8	1,2	0,4	−0,9	0,0	−1,2	0,6	0,2	0,0

Продолжение табл. 201

Длина элемента в *м*				Индексы взаимной защищённости							
80	100	125	150	1	2	4	8	16	32	64	128
Частота в *кгц*											
—	130,3	103,4	85,2	1,2	0,4	—1,0	0,2	—1,0	0,4	0,0	0,0
—	135,7	107,8	88,6	1,1	0,3	—1,2	0,4	—0,6	0,0	—0,2	0,0
—	141,1	112,4	92,2	1,1	0,3	—1,4	0,6	—0,3	—0,4	0,0	0,0
—	146,5	116,8	96,2	1,0	0,2	—1,5	0,8	0,0	—0,5	0,1	0,0
—	152,0	121,2	99,6	1,0	0,2	—1,8	1,0	0,3	—0,3	0,0	0,0
—	—	125,0	104,4	1,0	0,1	—2,0	1,2	0,6	0,0	—0,1	0,0
—	—	129,5	107,4	0,9	0,0	—2,2	1,5	0,8	0,2	0,0	0,0
—	—	133,8	110,0	0,9	0,0	—2,3	1,6	0,9	0,4	0,1	0,0
—	—	138,2	114,6	0,8	0,0	—2,2	1,5	0,8	0,2	0,0	0,0
—	—	142,2	118,0	0,8	—0,1	—1,9	1,2	0,6	0,0	—0,1	0,0
—	—	146,5	121,6	0,8	—0,1	—1,7	1,0	0,3	—0,2	0,0	0,0
—	—	150,8	125,0	0,8	—0,2	—1,5	0,8	0,0	—0,3	0,0	0,0
—	—	—	123,2	0,7	—0,2	—1,3	0,6	—0,3	—0,2	0,0	0,0
—	—	—	132,0	0,7	—0,3	—1,1	0,4	—0,5	0,0	0,0	0,0
—	—	—	136,0	0,7	—0,4	—1,0	0,2	—0,7	0,2	0,0	0,0
—	—	—	139,8	0,6	—0,4	—0,8	0,0	—0,8	0,3	0,0	0,0
—	—	—	143,0	0,6	—0,4	—0,7	—0,2	—0,6	0,2	0,0	0,0
—	—	—	143,6	0,6	—0,5	—0,6	—0,2	—0,5	0,0	0,0	0,0
—	—	—	150,0	0,5	—0,6	—0,5	—0,5	—0,3	—0,2	0,0	0,0

Таблица 202

Величины добавочного переходного затухания B_n в неперах между скрещенными цветными цепями

Длина элемента в *м*				Индексы взаимной защищённости							
80	100	125	150	1	2	4	8	16	32	64	128
Частота в *кгц*											
7	5,65	4,5	3,8	4,4	3,7	3,0	2,3	1,6	0,9	0,0	—3,0
14	11,30	9,0	7,6	3,7	3,0	2,3	1,6	0,9	0,0	—3,3	2,6
21	16,95	13,5	11,4	3,3	2,6	1,9	1,2	0,4	—0,9	0,0	—2,4
28	22,60	18,0	15,2	3,0	2,3	1,6	0,9	0,0	—3,8	3,0	2,3
35	28,25	22,5	19,0	2,8	2,1	1,4	0,6	—0,4	—0,9	0,0	—2,2
42	33,90	27,0	22,8	2,6	1,9	1,2	0,4	—0,9	0,0	—2,7	2,0
49	39,55	31,5	26,6	2,5	1,8	1,0	0,2	—1,5	0,9	0,0	—2,0
56	45,20	36,0	30,4	2,3	1,6	0,9	0,0	—3,9	3,2	2,5	1,8
63	50,85	40,5	34,2	2,2	1,5	0,8	—0,2	—1,6	0,9	0,0	—1,8
70	56,50	45,0	38,0	2,1	1,4	0,6	—0,4	—0,9	0,0	—2,4	1,7
77	62,15	49,5	41,8	2,0	1,3	0,5	0,6	—0,4	—0,9	0,0	—1,6
84	67,80	54,0	45,6	1,9	1,2	0,4	—0,9	0,0	—3,0	2,3	1,6
91	73,45	58,5	49,4	1,8	1,1	0,3	—1,2	0,4	—0,9	0,0	—1,6
93	79,10	63,0	53,2	1,8	1,0	0,2	—1,5	0,9	0,0	—2,2	1,5
105	84,75	67,5	57,0	1,7	1,0	0,1	—2,3	1,9	0,9	0,0	—1,5
112	90,40	72,0	60,8	1,6	0,9	0,0	—4,2	3,5	2,8	2,1	1,4
119	96,05	76,5	64,6	1,6	0,8	—0,1	—2,4	1,6	0,9	0,0	—1,4
126	101,70	81,0	68,4	1,5	0,8	—0,2	—1,6	0,9	0,0	—2,0	1,4
133	107,35	85,5	72,2	1,4	0,7	—0,3	—1,2	0,4	—0,9	0,0	—1,3
140	113,00	90,0	76,0	1,4	0,6	—0,4	—0,9	0,0	—2,7	2,0	1,3
147	118,65	94,5	79,8	1,3	0,6	—0,5	—0,6	—0,4	—0,9	0,0	—1,3
154	124,30	99,0	83,6	1,3	0,5	—0,6	—0,4	—0,8	0,0	—1,9	1,3
—	129,95	103,5	87,4	1,2	0,5	—0,7	—0,2	—1,5	0,9	0,0	—1,2
—	135,60	108,0	91,2	1,2	0,4	—0,8	0,0	—3,2	2,6	1,9	1,2
—	141,25	112,5	95,0	1,2	0,4	—1,0	0,2	—1,7	0,9	0,0	—1,2
—	146,90	117,0	98,8	1,1	0,3	—1,2	0,4	—0,9	0,0	—1,8	1,2
—	152,55	121,5	102,6	1,1	0,2	—1,4	0,6	—0,4	—0,9	0,0	—1,2
—	—	126,0	106,4	1,0	0,2	—1,4	0,7	0,0	—2,4	1,6	1,1
—	—	130,5	110,2	1,0	0,2	—1,7	1,0	0,3	—0,9	0,0	—1,0
—	—	135,0	114,0	1,0	0,1	—2,0	1,3	0,6	0,0	—1,6	0,9
—	—	139,5	117,8	0,9	0,1	—2,5	1,8	1,2	0,6	0,0	—0,9
—	—	144,0	121,6	0,9	0,0	—4,5	3,6	2,9	2,2	1,5	0,9
—	—	148,5	125,4	0,9	0,0	—3,5	2,8	1,7	0,9	0,0	—0,9
—	—	153,0	129,2	0,8	—0,1	—2,8	2,1	1,0	0,0	—1,5	0,9
—	—	—	133,0	0,8	—0,1	—2,2	1,5	0,5	—0,5	0,0	—0,8
—	—	—	136,8	0,8	—0,2	—1,9	1,1	0,0	—2,2	1,4	0,8
—	—	—	140,6	0,7	—0,2	—1,6	0,8	—0,2	—0,8	0,0	—0,8
—	—	—	144,4	0,7	—0,2	—1,4	0,6	—0,5	0,0	—1,4	0,8
—	—	—	148,2	0,7	—0,3	—1,2	0,4	—1,0	0,8	0,0	—0,8
—	—	—	152,0	0,6	—0,4	—1,1	0,0	—2,8	2,0	1,4	0,8

Таблица 203

Значения величины $B_{ок}$ в неперах, учитывающей влияние конструктивных неоднородностей на переходное затухание на ближнем конце между цветными цепями (длина элемента 80—150 *м*)

Частота в *кгц*	Профиль 1		Профиль 4						Профиль 7			
	Затухание между цепями											
	1—2; 1—3 1—4; 1—5 1—6; 1—7 1—8; 2—6 2—7; 2—8	2—3 — — — —	1—2 1—3 1—4 1—5 1—9	1—6 — — — —	1—7 — — — —	1—8 — — — —	1—10 1—12 — — —	1—11 — — — —	1—2 1—3 1—5 1—7 1—9	1—4 — — — —	1—6 — — — —	1—8 1—10 — — —
0,8	4,4	4,0	4,5	2,6	4,1	4,3	3,9	2,8	4,5	2,6	3,9	4,3
5,65	2,7	2,3	2,8	0,9	2,4	2,6	2,2	1,1	2,8	0,9	2,2	2,6
11,30	2,2	1,8	2,3	0,4	1,9	2,1	1,7	0,6	2,3	0,4	1,7	2,1
16,95	1,9	1,5	2,0	0,1	1,6	1,8	1,4	0,3	2,0	0,1	1,4	1,8
22,60	1,7	1,3	1,8	—0,1	1,4	1,6	1,2	0,1	1,8	—0,1	1,2	1,6
28,25	1,5	1,1	1,6	—0,3	1,2	1,4	1,0	—0,1	1,6	—0,3	1,0	1,4
33,90	1,3	0,9	1,4	—0,5	1,0	1,2	0,8	—0,3	1,4	—0,5	0,8	1,2
39,55	1,2	0,8	1,3	—0,6	0,9	1,1	0,7	—0,4	1,3	—0,6	0,7	1,1
45,20	1,1	0,7	1,2	—0,7	0,8	1,0	0,6	—0,5	1,2	—0,7	0,6	1,0
50,85	1,0	0,6	1,1	—0,8	0,7	0,9	0,5	—0,6	1,1	—0,8	0,5	0,9
56,50	1,0	0,6	1,1	—0,8	0,7	0,9	0,5	—0,6	1,1	—0,8	0,5	0,9
62,15	0,9	0,5	1,0	—0,9	0,6	0,8	0,4	—0,7	1,0	—0,9	0,4	0,8
67,80	0,9	0,5	1,0	—0,9	0,6	0,8	0,4	—0,7	1,0	—0,9	0,4	0,8
73,45	0,8	0,4	0,9	—1,0	0,5	0,7	0,3	—0,8	0,9	—1,0	0,3	0,7
79,10	0,8	0,4	0,9	—1,0	0,5	0,7	0,3	—0,8	0,9	—1,0	0,3	0,7
84,75	0,7	0,3	0,8	—1,1	0,4	0,6	0,2	—0,9	0,8	—1,1	0,2	0,6
90,40	0,7	0,3	0,8	—1,1	0,4	0,6	0,2	—0,9	0,8	—1,1	0,2	0,6
96,05	0,6	0,2	0,7	—1,2	0,3	0,5	0,1	—1,0	0,7	—1,2	0,1	0,5
101,70	0,6	0,2	0,7	—1,2	0,3	0,5	0,1	—1,0	0,7	—1,2	0,1	0,5
107,35	0,5	0,1	0,6	—1,3	0,2	0,4	0,0	—1,1	0,6	—1,3	0,0	0,4
113,00	0,5	0,1	0,6	—1,3	0,2	0,4	0,0	—1,1	0,6	—1,3	0,0	0,4
118,65	0,4	0,0	0,5	—1,4	0,1	0,3	—0,1	—1,2	0,5	—1,4	—0,1	0,3
124,30	0,4	0,0	0,5	—1,4	0,1	0,3	—0,1	—1,2	0,5	—1,4	—0,1	0,3
129,95	0,3	—0,1	0,4	—1,5	0,0	0,2	—0,2	—1,3	0,4	—1,5	—0,2	0,2
135,60	0,3	—0,1	0,4	—1,5	0,0	0,2	—0,2	—1,3	0,4	—1,5	—0,2	0,2
141,25	0,3	—0,1	0,4	—1,5	0,0	0,2	—0,2	—1,3	0,4	—1,5	—0,2	0,2
146,90	0,3	—0,1	0,4	—1,5	0,0	0,2	—0,2	—1,3	0,4	—1,5	—0,2	0,2
152,55	0,3	—0,1	0,4	—1,5	0,0	0,2	—0,2	—1,3	0,4	—1,5	—0,2	0,2

Таблица 204

Значения величины $B_{1к}$ в неперах, учитывающей влияние конструктивных неоднородностей на переходное затухание на дальнем конце между цветными цепями (длина элемента 80—150 *м*)

Частота в *кгц*	Профиль 1							Профиль 4							Профиль 7			
	Затухание между цепями																	
	1—2	1—3 2—3 2—4	1—4	1—5 2—5 2—6	1—6	1—7 1—8 2—8	2—7	1—2	1—3 1—10	1—4 1—8 1—11	1—5	1—6	1—7 1—12	1—9	1—2	1—6	1—9 2—9	2—6
5,65	9,4	10,2	11,0	11,7	12,0	12,7	12,3	11,0	12,5	13,3	10,8	11,8	12,8	12,2	11,0	11,8	13,6	12,2
11,30	8,9	9,7	10,5	11,2	11,5	12,2	11,8	10,5	12,0	12,8	10,3	11,3	12,3	11,7	10,5	11,3	13,1	11,7
16,95	8,5	9,3	10,1	10,8	11,1	11,8	11,4	10,1	11,6	12,4	9,9	10,9	11,9	11,3	10,1	10,9	12,7	11,3
22,60	8,2	9,0	9,8	10,5	10,8	11,5	11,1	9,8	11,3	12,1	9,6	10,6	11,6	11,0	9,8	10,6	12,4	11,0
28,25	7,9	8,7	9,5	10,2	10,5	11,2	10,8	9,5	11,0	11,8	9,3	10,3	11,3	10,7	9,5	10,3	12,1	10,7
33,90	7,7	8,5	9,3	10,0	10,3	11,0	10,6	9,3	10,8	11,6	9,1	10,1	11,1	10,5	9,3	10,1	11,9	10,5
39,55	7,5	8,3	9,1	9,8	10,1	10,8	10,4	9,1	10,6	11,4	8,9	9,9	10,9	10,3	9,1	9,9	11,7	10,3
45,20	7,3	8,1	8,9	9,6	9,9	10,6	10,2	8,9	10,4	11,2	8,7	9,7	10,7	10,1	8,9	9,7	11,5	10,1
50,85	7,5	8,3	9,1	9,8	10,1	10,8	10,4	9,1	10,6	11,4	8,9	9,9	10,9	10,3	9,1	9,9	11,7	10,3
56,50	7,4	8,2	9,0	9,7	10,0	10,7	10,3	9,0	10,5	11,3	8,8	9,8	10,8	10,2	9,0	9,8	11,6	10,2
62,15	7,3	8,1	8,9	9,6	9,9	10,6	10,2	8,9	10,4	11,2	8,7	9,7	10,7	10,1	8,9	9,7	11,5	10,1
67,80	7,2	8,0	8,8	9,5	9,8	10,5	10,1	8,8	10,3	11,1	8,6	9,6	10,6	10,0	8,8	9,6	11,4	10,0
73,45	7,1	7,9	8,7	9,4	9,7	10,4	10,0	8,7	10,2	11,0	8,5	9,5	10,5	9,9	8,7	9,5	11,3	9,9
79,10	7,0	7,8	8,6	9,3	9,6	10,3	9,9	8,6	10,1	10,9	8,4	9,4	10,4	9,8	8,6	9,4	11,2	9,8
84,75	6,9	7,7	8,5	9,2	9,5	10,2	9,8	8,5	10,0	10,8	8,3	9,3	10,3	9,7	8,5	9,3	11,1	9,7
90,40	6,9	7,7	8,5	9,2	9,5	10,2	9,8	8,5	10,0	10,8	8,3	9,3	10,3	9,7	8,5	9,3	11,1	9,7
96,05	6,8	7,6	8,4	9,1	9,4	10,1	9,7	8,4	9,9	10,7	8,2	9,2	10,2	9,6	8,4	9,2	11,0	9,6
101,70	6,8	7,6	8,4	9,1	9,4	10,1	9,7	8,4	9,9	10,7	8,2	9,2	10,2	9,6	8,4	9,2	11,0	9,6
107,35	6,7	7,5	8,3	9,0	9,3	10,0	9,6	8,3	9,8	10,6	8,1	9,1	10,1	9,5	8,3	9,1	10,9	9,5
113,00	6,7	7,5	8,3	9,0	9,3	10,0	9,6	8,3	9,8	10,6	8,1	9,1	10,1	9,5	8,3	9,1	10,9	9,5
118,65	6,6	7,4	8,2	8,9	9,2	9,9	9,5	8,2	9,7	10,5	8,0	9,0	10,0	9,4	8,2	9,0	10,8	9,4
124,30	6,6	7,4	8,2	8,9	9,2	9,9	9,5	8,2	9,7	10,5	8,0	9,0	10,0	9,4	8,2	9,0	10,8	9,4
129,95	6,5	7,3	8,1	8,8	9,1	9,8	9,4	8,1	9,6	10,4	7,9	8,9	9,9	9,3	8,1	8,9	10,7	9,3
135,60	6,5	7,3	8,1	8,8	9,1	9,8	9,4	8,1	9,6	10,4	7,9	8,9	9,9	9,3	8,1	8,9	10,7	9,3
141,25	6,4	7,2	8,0	8,7	9,0	9,7	9,3	8,0	9,5	10,3	7,8	8,8	9,8	9,2	8,0	8,8	10,6	9,2
146,90	6,3	7,1	7,9	8,6	8,9	9,6	9,2	8,0	9,5	10,3	7,8	8,8	9,8	9,2	8,0	8,8	10,6	9,2
152,55	6,2	7,0	7,8	8,5	8,8	9,5	9,1	8,0	9,5	10,3	7,8	8,8	9,8	9,2	8,0	8,8	10,6	9,2

Таблица 205

Значения величины A в иеперах, характеризующей влияние на дальний конец через третьи цветные цепи

Длина элемента в *м*				Наибольшие одинаковые индексы										
80	100	125	150	8—32; 8—16—32	8—64; 8—32—64	16—64; 16—32—64	8—16—64; 8—16—32—64	8—128; 8—64—123	16—128; 16—64—128	32—128; 32—64—128	8—16—128; 8—16—64—123	8—32—128; 8—32—64—128	16—32—128; 16—32—64—128	8—16—32—128
Частота в *кгц*														
7	5,65	4,5	3,8	4,4	4.4	4,3	4,4	4,4	4,3	0,6	4,4	4,4	4,4	4,4
14	11,30	9,0	7,6	3,7	3,5	2,6	3,7	3,7	3,7	3,5	3,7	3,7	3,5	3,7
21	16,95	13,5	11,4	3,1	3,3	3,4	3,2	3,2	2,8	0,6	3,2	2,8	1,4	3,1
28	22,60	18,0	15,2	1,5	3,0	2,8	2,8	3,0	2,8	4,2	2.8	3,0	2,7	2,8
35	28,25	22,5	19,0	3,1	2,6	2,0	2,2	2,7	1,7	0,9	2,3	2,0	0.7	1,3
42	33,90	27,0	22,8	2,7	2,0	—0,4	0,4	2,5	1,9	3,5	1,9	2.7	3,4	2,7
49	39,55	31,5	26,6	2,4	2,4	3,0	2,8	2,2	—0,2	4,2	0,2	2,3	1,6	1,8
56	45,20	36,0	30,4	2,1	2,1	3,7	2,1	2,1	3,6	6,7	2,1	2,1	5,1	2,1
63	50,85	40,5	34,2	1,8	1,7	2,5	1,2	1,7	—0,2	4,3	—0,6	1.8	1,6	1,1
70	56,50	45,0	38,0	1,3	0,8	0,3	—0,9	1,6	1,9	3,5	1,9	1,3	3.4	1,3
77	62,15	49,5	41,8	0,7	0,2	2.0	1,5	1.3	2,0	1,4	1,1	0.1	0.6	—0,7
84	67,80	54,0	45,6	—1,1	1,2	2,8	2,8	1,2	2,8	4,2	2,8	1.2	2,8	2,6
91	73,45	58.5	49,4	0,9	0,6	3,4	3,3	0,6	3,1	1,5	1,7	—0,9	2,2	—0,1
98	79,10	63,0	53,2	2,4	—1,1	3,4	0,7	0,6	3,7	3,5	3,7	2,2	3,5	2,4
105	84,75	67.5	57,0	3,0	1,4	4,3	2,6	—1,1	4.4	4,3	2.0	0,6	4,4	2,7
112	90,40	72.0	60,8	2,2	3,7	6,3	4,7	2,5	6,3	6,3	4,7	2,5	6,2	2,2
119	96,05	76,5	64,6	2,1	0,7	4,3	2,4	1,3	4.4	4,4	1,8	0,5	4,4	2,1
126	101,70	81,0	68,4	1,8	—1,1	3,5	0.7	0,5	3,7	3,5	3,6	1,8	3,5	1,8
133	107,35	85,5	72,2	0,8	0,5	2,9	3,3	0,6	3,2	1,8	2,0	— 0,7	2,5	0,2
140	113.00	90,0	76,0	—1,0	0,9	2,8	2,6	1,2	2,8	4,3	2,6	—1,7	2,8	2,2
147	118,65	94,5	79,8	0,7	1,7	2,1	1,5	1,4	2,2	1,8	1,4	0,6	1,0	2,0
154	124,30	99,0	83,6	1,4	1,2	0,5	—0,3	1,7	2,0	3.5	1,9	1,4	3,6	1,4
—	129,95	103.5	87,4	1,8	1,7	5,3	1,5	1,8	—0,2	4,3	0,2	1,8	1,0	1,6
—	135,60	108,0	91,2	2,1	2,1	4,3	2,1	2,1	2,6	6,2	—0,4	2,1	4,7	2,1
—	141,25	112,5	95,0	2,3	2,4	2.0	5,0	2,3	0,3	4,3	0,6	2,3	2,0	2,2
—	146,90	117,0	98,8	2,7	2,4	0,5	2,3	2,5	1,9	3,5	2,3	2,6	3,2	2,7
—	152,55	121,5	102,6	3,1	2,6	2,1	2,3	2,7	2,3	2,0	2,4	3,1	1,2	2,1
—	—	126,0	106,4	2,6	2,8	2,8	2,6	2,8	2.8	4,7	2.6	2,8	2,6	2,6
—	—	130,5	110,2	3,0	3,1	3,2	2,9	3,1	3,0	2,2	2,9	3,2	2,5	2,9
—	—	135,0	114,0	3,3	3,4	3,3	3,4	3.3	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,3
—	—	139,5	117,8	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,9	4,0	3,8	3,9	3,7	3,8
—	—	144,0	121,6	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5.7	5,7
—	—	148,5	125,4	4,8	4,8	4.5	4,9	4,9	4,5,	4,3	4,9	4,8	4,4	4,9
—	—	153,0	129.2	4,2	4.2	3,9	4,1	4,2	3,8	3.4	4,1	4.2	3,6	4,1
—	—	—	133.0	3,5	3,6	3,2	3,7	3.6	3,3	2,8	3,7	3,5	3,2	3,5
—	—	—	136,8	3,3	3,2	2,7	3,1	3,2	2,8	3,8	3,1	3,2	2,8	3,1
—	—	—	140,6	2,9	2,8	2,3	2,6	2,9	2,6	2,4	2,6	2,9	2,4	2,7
—	—	—	144,4	2,8	2,7	1,8	2,3	2,7	2,2	3,5	2,3	2,8	1,7	2,3
—	—	—	148,2	2,5	2,5	2,4	1,8	2,5	1,7	4,3	1.8	2,5	2,7	1,8
—	—	—	152,0	2,1	2,1	3,9	2,1	2,1	2.3	5,6	2,1	2,1	4,5	2,1

Таблица 206

Значения величины A в иеперах, применяемой при расчёте влияния на дальний конец через третьи стальные цепи

Длина элемента в *м*				Наибольшие одинаковые индексы										
80	100	125	150	8—32; 8—16—32	8—64; 8—32—64	16—64; 16 · 32—64	8—16—64; 8—16—32—64	8—128; 8—64—128	16—128; 16—64—128	32—128; 32—64—128	8—16—128; 8—16—64—128	8—32—128; 8—32—64—128	16—32—128; 16—32—64—128	8—16—32—128
Частота тока в *кгц*														
5,6	4,2	3,0	2,6	4,4	4,4	4,3	4,4	4,4	4,4	4,7	4,4	4,4	4,3	4,4
11,5	9,0	7,0	5,8	3.6	3,7	3,6	3,7	3,7	3,6	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6
18,0	14,1	11.0	9,0	3,1	3,3	3,3	3,2	3,3	3,2	2,6	3,2	3,2	2,9	3,2
24,4	19,2	15,0	12,3	2,9	3,0	2,8	2,8	3,0	2,8	3,6	2,8	3,0	3,3	2,8
31,0	24,4	19·2	15,7	3,0	2,7	2,2	2,4	2,7	2,4	2,9	2,4	2,7	2,2	2,6
37,4	29,7	23,6	19,2	2,6	2,5	1,7	2,2	2,5	2.0	3,6	2,0	2,6	3,0	2,6
44,0	35,0	27,8	22,6	2,4	2,3	1,5	2,6	2,3	1,6	4.2	1,7	2,3	3,1	2.4
50,2	40,3	31,8	26,2	2,1	2.1	3,1	2,1	2,1	2,0	4,7	1,8	2,1	3,3	2,1
57,2	45.6	36,0	29,8	1,9	1,8	2,6	1,5	1,9	1,7	4,4	1,4	1,8	2,1	2,0
63,8	51,0.	40,3	33,2	1,5	1,7	1,9	1,2	1,7	2,0	3,6	1,9	1,5	3,4	1,5
70,1	56,3	44,5	36,6	1,1	1,6	2,3	1,8	1,5	2,5	2,9	2,2	1,3	2,1	1,3
76.3	60,6	49,0	40.2	0,8	1,2	2,8	2,4	1,2	2,8	3,4	2,5	1,2	2,6	1,6
83,0	66,0	52,8	43,4	1,2	0.8	3,3	2,5	1,0	3.2	3,3	2,7	1,0	3,2	1,6
90,0	71.3	57,0	47,0	1,0	0,7	3,7	2,2	0,7	3,6	3,6	3,0	1,2	3,6	2,0
96.6	76,6	61,0	50.6	2,7	1,2	4.0	2,6	0,4	4,0	4,1	3,2	2,1	4,0	3,8
103.4	82,0	65,3	55,0	2,6	1,5	4,3	2,7	0,6	4,2	4,4	3,0	1,8	4,3	2,7

Продолжение табл. 206

Длина элемента в *м*				Наибольшие одинаковые индексы										
80	100	125	150	8–32; 8–16–32	8–64; 8–32–64	16–64; 16–32–64	8–16–64; 8–16–32–64	8–128; 8–64–128	16–128; 16–64–128	32–128; 32–64–128	8–16–128; 8–16–64–128	8–32–128; 8–32–64–128	16–32–128; 16–32–64–128	8–16–32–128
Частота тока в *кгц*														
110,0	87,3	69,5	57,6	2,3	1,1	4,0	2,5	0,6	4,0	4,1	2,9	1,6	4,0	2,4
116,8	92,7	73,5	61,0	1,8	0,8	3,6	2,3	0,8	3,5	3,6	2,9	1,4	3,5	2,0
123,6	93,0	77,4	64,4	1,3	1,0	3,2	2,4	1,0	3,2	3,4	2,6	1,2	3,2	1,7
131,0	103,4	81,6	68,0	1,0	1,3	2,8	2,3	1,3	2,8	3,4	2,5	1,3	2,9	1,6
137,0	108,7	86,2	71,4	2,4	1,6	2,5	1,9	1,5	2,5	3,4	2,2	2,9	2,8	1,5
143,8	114,1	90,4	75,0	1,6	1,7	2,3	1,6	1,7	2,2	3,7	4,3	1,6	2,9	2,1
150,6	119,5	94,8	78,2	1,8	1,9	2,6	1,2	1,9	2,1	4,1	1,8	1,9	3,1	1,9
—	124,9	98,8	81 8	2,1	2,1	2,8	2,7	2,1	2,1	4,2	2,9	2,1	3,1	2,3
—	130,3	103,4	85,2	2,4	2,5	2,6	2,4	2,3	2,1	4,0	2,3	2,4	3,2	3,2
—	135,7	107,8	88,6	2,7	2,5	2,4	2,4	2,5	2,2	3,7	2,2	2,5	3,1	2,5
—	141,1	112,4	92,2	2,8	2,7	2,6	2,6	2,8	2,6	3,5	2,5	2,8	2,8	2,5
—	146,5	116,8	96,2	2,9	2,9	2,9	2,8	3,0	2,8	3,5	2,8	2,9	3,0	2,6
—	152,0	121,2	99,6	3,1	3,2	3,2	3,1	3,1	3,2	3,5	3,1	3,2	3,2	3,1
—	—	125,0	104,4	3,4	3,4	3,5	3,3	3,3	3,4	3,7	3,3	3,4	3,3	3,3
—	—	129,5	107,4	3,5	3,6	3,7	3,7	3,6	3,7	3,9	3,7	3,5	3,7	3,7
—	—	133,8	111,0	4,1	3,7	3,8	3,7	3,7	3,7	4,0	3,7	4,1	3,9	3,9
—	—	138,2	114,6	3,6	3,6	3,7	3,8	3,5	3,6	3,9	3,8	3,6	3,7	3,7
—	—	142,2	118,0	3,3	3,3	3,5	3,4	3,3	3,4	3,8	3,4	3,3	3,3	3,3
—	—	146,5	121,6	3,1	3,0	3,2	3,1	3,0	3,1	3,3	3,1	3,1	3,2	3,2
—	—	150,8	125,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,9	2,9	3,5	2,9	2,9	3,1	2,9
—	—	—	123,2	2,8	2,8	2,8	2,6	2,6	2,6	3,3	2,7	2,7	3,0	2,8
—	—	—	132,0	2,6	2,6	2,6	2,6	2,4	2,3	3,7	3,1	2,6	3,0	2,6
—	—	—	136,0	2,4	2,5	2,7	2,3	2,3	2,3	3,9	2,3	2,4	3,0	2,3
—	—	—	139,8	2,2	2,1	2,8	2,2	2,2	2,3	3,9	2,2	2,2	3,1	2,2
—	—	—	143,0	2,0	2,0	2,7	2,0	2,0	2,4	3,9	2,0	2,0	3,0	2,0
—	—	—	146,6	1,9	2,0	2,6	2,2	2,0	2,4	3,7	2,2	1,9	3,8	2,0
—	—	—	150,0	1,6	1,6	2,8	2,1	1,6	2,6	3,3	2,1	1,6	3,0	1,8

Таблица 207

Значения B_{132} в неперах переходного затухания между нескрещеннымн цветными цепями через пучок проводов

Затухание между цепями	Номер профиля линии							Затухание между цепями	Номер профиля линии						
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7
1–2	7,2	9,3	8,2	8,7	9,7	9,4	8,8	4–8	—	8,2	8,3	8,7	—	7,7	8,2
1–3	8,1	7,8	7,5	7,9	7,2	8,6	7,8	4–9	—	—	7,8	9,2	—	—	8,1
1–4	7,5	8,7	8,5	9,0	7,2	8,6	8,0	4–10	—	—	8,4	9,0	—	—	8,2
1–5	7,3	6,8	8,4	8,7	7,5	9,2	8,2	4–11	—	—	—	8,5	—	—	—
1–6	7,3	7,1	8,3	8,3	7,7	8,2	7,9	4–12	—	—	—	9,0	—	—	—
1–7	—	8,1	7,7	8,4	—	8,1	8,1	5–6	7,2	5,8	8,2	8,4	6,7	7,9	8,4
1–8	—	8,3	8,8	9,1	—	8,5	8,0	5–7	—	6,4	7,5	7,9	—	6,5	7,8
1–9	—	—	7,8	9,0	—	—	8,4	5–8	—	7,2	8,5	8,9	—	7,8	7,9
1–10	—	—	8,6	8,5	—	—	8,2	5–9	—	—	7,7	8,7	—	—	8,5
1–11	—	—	—	9,0	—	—	—	5–10	—	—	8,2	8,4	—	—	8,2
1–12	—	—	—	9,2	—	—	—	5–11	—	—	—	8,5	—	—	—
2–3	7,1	7,8	7,2	8,1	7,7	8,6	8,0	5–12	—	—	—	9,1	—	—	—
2–4	7,1	7,8	7,6	7,9	7,4	8,6	7,8	6–7	—	6,1	6,9	7,9	—	7,1	7,9
2–5	6,9	6,5	7,8	8,0	7,6	8,6	7,9	6–8	—	7,4	7,3	7,9	—	8,2	7,8
2–6	7,3	6,7	6,8	7,2	7,4	8,6	8,2	6–9	—	—	7,8	8,3	—	—	8,2
2–7	—	8,2	7,1	7,3	—	8,1	8,0	6–10	—	—	7,9	7,6	—	—	8,5
2–8	—	8,4	7,8	8,4	—	8,5	8,1	6–11	—	—	—	7,9	—	—	—
2–9	—	—	8,2	8,4	—	—	8,2	6–12	—	—	—	8,4	—	—	—
2–10	—	—	8,1	7,9	—	—	8,4	7–8	—	7,0	8,1	8,4	—	7,3	8,2
2–11	—	—	—	8,3	—	—	—	7–9	—	—	7,3	8,4	—	—	7,9
2–12	—	—	—	8,9	—	—	—	7–10	—	—	8,4	7,9	—	—	8,1
3–4	6,0	9,2	8,3	8,7	6,1	9,1	8,3	7–11	—	—	—	7,6	—	—	—
3–5	7,1	6,5	7,8	8,4	6,3	8,5	7,9	7–12	—	—	—	8,3	—	—	—
3–6	7,5	6,7	6,8	7,3	5,6	8,1	8,0	8–9	—	—	7,6	9,1	—	—	8,1
3–7	—	7,8	6,5	7,2	—	8,0	8,2	8–10	—	—	8,1	8,5	—	—	7,9
3–8	—	8,4	7,9	8,0	—	8,3	7,8	8–11	—	—	—	8,4	—	—	—
3–9	—	—	7,8	9,0	—	—	8,9	8–12	—	—	—	8,7	—	—	—
3–10	—	—	8,3	8,3	—	—	8,1	9–10	—	—	7,6	8,7	—	—	8,9
3–11	—	—	—	7,9	—	—	—	9–11	—	—	—	7,9	—	—	—
3–12	—	—	—	8,4	—	—	—	9–12	—	—	—	9,0	—	—	—
4–5	7,2	6,8	8,8	9,1	5,9	8,5	7,9	10–11	—	—	—	8,1	—	—	—
4–6	8,1	6,9	7,8	8,4	6,9	8,5	7,9	10–12	—	—	—	7,9	—	—	—
4–7	—	7,5	8,2	8,3	—	7,7	7,8	11–12	—	—	—	8,7	—	—	—

Таблица 208

Значения величины B_{lk} в неперах, учитывающей влияние конструктивных неоднородностей на переходное затухание на дальнем конце между стальными цепями при частоте 10 *кгц* (длина элемента 80—150 *м*)

Затухание между цепями	Профиль линии 1	2	3	4	5	6	7	Затухание между цепями	Профиль линии 1	2	3	4	5	6	7
1—2	6,6	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	4—8	8,9	9,9	7,9	7,9	—	9,6	9,3
1—3	7,4	9,6	9,6	9,6	8,8	7,9	7,9	4—9	—	—	9,3	10,8	—	—	10,4
1—4	8,1	10,4	10,4	10,4	9,6	8,5	8,5	4—10	—	—	9,7	11,3	—	—	10.1
1—5	8,9	9,2	7,9	7,9	8,4	9,3	9,3	4—11	—	—	—	8,8	—	—	—
1—6	9,2	9,1	8,5	8,5	12,0	8,8	8,8	4—12	—	—	—	9,3	—	—	—
1—7	9,7	9,8	9,5	9,5	—	8,4	10,1	5—6	6,6	6,6	8,2	8,2	5,6	8,2	8,2
1—8	9,9	10,4	10,3	10,3	—	120,	10,4	5—7	7,4	7,4	9,6	9,6	—	8,8	7,9
1—9	—	—	9,4	9,3	—	—	10,7	5—8	8,1	8,1	10,4	10,4	—	9,6	8,5
1—10	—	—	9,8	8,8	—	—	10,8	5—9	—	—	9,2	7,9	—	—	9,3
1—11	—	—	—	11,3	—	—	—	5—10	—	—	9,1	8,5	—	—	8,8
1—12	—	—	—	10,8	—	—	—	5—11	—	—	—	9,5	—	—	—
2—3	7,3	8,2	8,2	8,2	9,0	8,5	8,5	5—12	—	—	—	10,3	—	—	—
2—4	7,4	9,6	9,6	9,6	8,1	7,9	7,9	6—7	7,3	7,3	8,2	8,2	—	9,0	8,5
2—5	8,7	8,8	8,5	8,5	11,3	8,8	8,8	6—8	7,4	7,4	9,6	9,6	—	8,1	7,9
2—6	8,9	9,5	7,9	7,9	8,9	9,3	9,3	6—9	—	—	8,8	8 5	—	—	8,8
2—7	9,4	8,4	8,5	8,5	—	11,3	10,4	6—10	—	—	9,5	7,9	—	—	9,3
2—8	9,7	12,0	9,5	9,5	—	8,9	10,1	6—11	—	—	—	8,5	—	—	—
2—9	—	—	9,2	8,8	—	—	10,8	6—12	—	—	—	9,5	—	—	—
2—10	—	—	9,6	9,5	—	—	10,7	7—8	6,6	6,6	8,2	8,2	—	6,6	8,2
2—11	—	—	—	8,8	—	—	—	7—9	—	—	9,0	9,5	—	—	7,9
2—12	—	—	—	11,3	—	—	—	7—10	—	—	8,1	8,5	—	—	8,5
3—4	6,6	8,2	8,2	8,2	6,6	8,2	8,2	7—11	—	—	—	7,9	—	—	—
3—5	7,4	9,0	9,5	9,5	7,4	7,9	7,9	7—12	—	—	—	8,5	—	—	—
3—6	8,1	8,1	8,5	8,5	8,1	8,5	8,5	8—9	—	—	9,0	10,3	—	—	8,5
3—7	8,9	11,3	7,9	7,9	—	9,2	9,3	8—10	—	—	9,3	9,5	—	—	7,9
3—8	9,2	8,9	8,5	8,5	—	9,6	8,8	8—11	—	—	—	8,5	—	—	—
3—9	—	—	9,2	11,3	—	—	10,1	8—12	—	—	—	7,9	—	—	—
3—10	—	—	9,6	8,8	—	—	10,4	9—10	—	—	6,6	8,2	—	—	8,2
3—11	—	—	—	9,3	—	—	—	9—11	—	—	—	9,6	—	—	—
3—12	—	—	—	8,8	—	—	—	9—12	—	—	—	10,4	—	—	—
4—5	7,3	8,7	10,3	10,3	7,3	8,5	8,5	10—11	—	—	—	8,2	—	—	—
4—6	7,4	9,3	9,5	9,5	7,4	7,9	7,9	10—12	—	—	—	9,6	—	—	—
4—7	8,7	10,2	8,5	8,5	—	9,2	8,8	11—12	—	—	—	8,2	—	—	—

Примечание. При определении влияния между цветными и стальными цепями значения B_{lk}, указанные в данной таблице, следует увеличить на 2,1 *неп.*

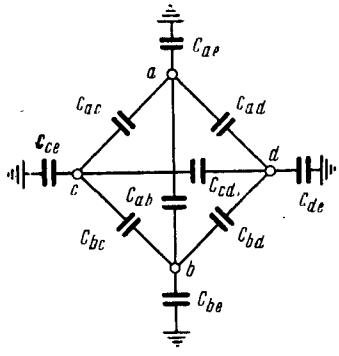
СИММЕТРИРОВАНИЕ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ

Общие сведения

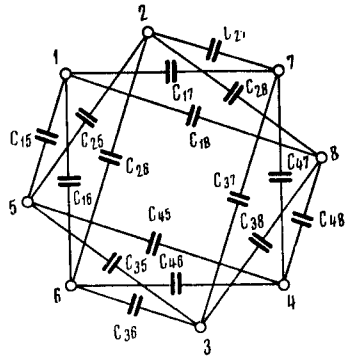
Взаимное влияние между кабельными цепями (переходные шумы и переходные разговоры), а также влияние на кабельные цепи посторонних источников помех (линий электропередачи и т. п.), обусловливается наличием в кабеле: ёмкостной связи между цепями, ёмкостной асимметрии цепей относительно земли, отклонений рабочих ёмкостей в кабеле от средней (номинальной величины) и асимметрии сопротивлений жил.

При передаче по кабелям токов высокой частоты (в полосе до 60 *кгц*) взаимное влияние между цепями обусловливается также наличием в кабеле: прямой магнитной связи между цепями; косвенной связи, вызываемой связью через смежные цепи; связи, вызываемой отражением внутри кабеля и на концах его из-за несоответствия нагрузок волновому сопротивлению кабеля.

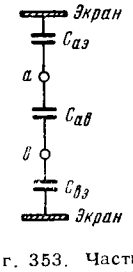
Для снижения взаимного влияния между кабельными цепями, а также для уменьшения влияния на кабельные цепи посторонних источников помех в кабеле при его монтаже



Фиг. 351. Частичные ёмкости в четвёрке



Фиг. 352. Частичные ёмкости между смежными четвёрками



Фиг. 353. Частичные ёмкости в экранированной паре

Таблица 20

Формулы для определения коэфициентов ёмкостной связи и ёмкостной асимметрии

Наименование коэфициента связи или асимметрии	Условное обозначение	Расчётная формула
Ёмкостная связь между основными цепями в одной четвёрке	K_1	$K_1 = (C_{ac} + C_{bd}) - (C_{ad} + C_{bc})$
То же, между первой основной и искусственной (фантомной) цепями в одной четвёрке	K_2	$K_2 = (C_{ac} + C_{ad}) - (C_{bc} + C_{bd}) + \frac{e_1}{2}$
То же, между второй основной и искусственной цепями	K_3	$K_3 = (C_{ac} + C_{bc}) - (C_{ad} + C_{bd}) + \frac{e_2}{2}$
Ёмкостная асимметрия первой основной цепи	e_1	$e_1 = C_{ae} - C_{be}$
То же, второй основной цепи	e_2	$e_2 = C_{ce} - C_{de}$
Ёмкостная асимметрия искусственной цепи	e_3	$e_3 = (C_{ae} + C_{be}) - (C_{ce} + C_{de})$
Ёмкостная связь между искусственными цепями разных четвёрок	K_4	$K_4 = (C_{15}+C_{16}+C_{25}+C_{26}+C_{37}+C_{38}+C_{47}+ + C_{48}) - (C_{17} + C_{18} + C_{27} + C_{28} + C_{35} + + C_{36} + C_{45} + C_{46})$
То же, между первой основной цепью четвёрки I и искусственной цепью четвёрки II	K_5	$K_5 = (C_{15} + C_{16} + C_{27} + C_{28}) - - (C_{17} + C_{18} + C_{25} + C_{26})$
То же, между второй основной цепью четвёрки I и искусственной цепью четвёрки II	K_6	$K_6 = (C_{35} + C_{36} + C_{47} + C_{48}) - - (C_{37} + C_{38} + C_{45} + C_{46})$
То же, между искусственной цепью четвёрки I и первой основной цепью четвёрки II	K_7	$K_7 = (C_{15} + C_{25} + C_{36} + C_{46}) - - (C_{16} + C_{26} + C_{35} + C_{45})$
То же, между искусственной цепью четвёрки I и второй основной цепью четвёрки II	K_8	$K_8 = (C_{17} + C_{27} + C_{38} + C_{48}) - - (C_{18} + C_{28} + C_{37} + C_{47})$
То же, между первой основной цепью четвёрки I и первой основной цепью четвёрки II	K_9	$K_9 = (C_{15} + C_{26}) - (C_{16} + C_{25})$
То же, между первой основной цепью четвёрки I и второй основной цепью четвёрки II	K_{10}	$K_{10} = (C_{17} + C_{28}) - (C_{18} + C_{27})$
То же, между второй основной цепью четвёрки I и первой основной цепью четвёрки II	K_{11}	$K_{11} = (C_{35} + C_{46}) - (C_{36} + C_{45})$
То же, между второй основной цепью четвёркн I и второй основной цепью четвёрки II	K_{12}	$K_{12} = (C_{37} + C_{48}) - (C_{38} + C_{47})$
Ёмкостная асимметрия экранированных пар	e_1	$e_1 = C_{a3} - C_{b3}$

Примечание. Значения частичных ёмкостей показаны на фиг. 351—353.

Таблица 210

Формулы для определения отклонений рабочей ёмкости и асимметрии сопротивления жил

Наименование вида отклонений и асимметрии	Расчётная формула		Условное обозначение в формулах
	абсолютное значение отклонений и асимметрии	отклонение и асимметрия в %	
Отклонение рабочей ёмкости первой основной цепи в четвёрке	$\Delta C_1 = C_{a-b} - C_0$	$\delta_1 = \frac{\Delta C_1 \cdot 100}{C_0}$	C_{a-b} — измеренная рабочая ёмкость между жилами a и b; C_0 — средняя рабочая ёмкость всех основных цепей одной однородной группы
Отклонение рабочей ёмкости второй основной цепи в четвёрке	$\Delta C_2 = C_{c-d} - C_0$	$\delta_2 = \frac{\Delta C_2 \cdot 100}{C_0}$	C_{c-d} — измеренная рабочая ёмкость между жилами c и d
Отклонение рабочей ёмкости искусственной цепи	$\Delta C_3 = C_{ab-cd} - C_{ф}$	$\delta_3 = \frac{\Delta C_3 \cdot 100}{C_{ф}}$	C_{ab-cd} — измеренная рабочая ёмкость между парами ab и cd искусственной цепи; $C_{ф}$ — средняя рабочая ёмкость всех искусственных цепей той же группы
Асимметрия сопротивления жил первой пары в четвёрке	$r_1 = R_a - R_b$	$E_1 = \frac{2r_1 \cdot 100}{R_a + R_b}$	R_a, R_b, R_c и R_d — сопротивления жил a, b, c и d постоянному току; R_{ab} — сопротивление запараллеленных жил a и b; R_{cd} — сопротивление запараллеленных жил c и d
Асимметрия сопротивления жил второй пары в четвёрке	$r_2 = R_c - R_d$	$E_2 = \frac{2r_2 \cdot 100}{R_c + R_d}$	
Асимметрия сопротивления искусственной цепи	$r_3 = R_{ab} - R_{cd}$	$E_3 = \frac{2r_3 \cdot 100}{R_{ab} + R_{cd}}$	

Таблица 211

Значения ёмкостной связи и ёмкостной асимметрии в смонтированном кабеле

Наименование связей и асимметрии	Значение на один шаг симметрирования в *мкмкф*	
	среднее	максимальное
K_1, K_2, K_3	10	20
K_4	30	80
K_5—K_8	20	60
K_9—K_{12}	20	60
e_1—e_2	100	300
e_3	130	400

Таблица 212

Предельные значения асимметрии сопротивления жил постоянному току

Номинальный диаметр жил	Значения асимметрии в *ом*	
	на шаг симметрирования не более	на усилительный участок не более
До 1 *мм*	0,1	3
Более 1 *мм*	0,1	2

производят симметрирование цепей, выравнивание рабочих ёмкостей этих цепей и асимметрии сопротивлений жил.

Величины, характеризующие ёмкостную связь между кабельными цепями и ёмкостную асимметрию цепей относительно земли, зависят от величин частичных ёмкостей в кабеле и определяют по формулам, приведённым в табл. 209.

Величины отклонений рабочей ёмкости между жилами в паре и между парами в четвёрке, а также величины асимметрии сопротивлений жил определяют по формулам, приведённым в табл. 210.

Нормы и требования

Предельные значения ёмкости связи и ёмкостной асимметрии для строительных длин кабелей различных марок приведены на стр. 31—39 данного тома.

В смонтированном низкочастотном кабеле ёмкостные связи и ёмкостные асимметрии, приходящиеся на шаг симметрирования, не должны превышать при частоте 800 *гц* величин, приведённых в табл. 211.

Величины допускаемой асимметрии сопротивления жил постоянному току приведены в табл. 212.

Отклонение волнового сопротивления низкочастотных кабельных цепей от номинального значения на длине усилительного участка в диапазоне передаваемых частот должно быть не более 7,5% для 90% цепей и 9% для остальных цепей кабеля; для высокочастотных кабельных цепей с повышенной индуктивно-

Таблица 213

Нормы переходного затухания между кабельными цепями в пределах усилительного участка

Наименование цепей и видов связи	Переходное затухание в *неп*	
	на ближнем конце	на дальнем конце
Между двухпроводными цепями тональной частоты (при частоте 800 *гц*)	9,0	9,0
Между двухпроводной и четырёхпроводной цепями тональной частоты (при частоте 800 *гц*)	9,6	9,6
Между четырёхпроводными цепями тональной частоты (при частоте 800 *гц*):		
различного направления передачи	9,4	—
одинакового » »	7,5	9,4
Между высокочастотными кабельными цепями, уплотнёнными до 60 или 108 *кгц* (во всём диапазоне частот)	7,5	8+βl*
Между высокочастотными кабельными цепями с искусственно повышенной индуктивностью по системам:		
L_s =1,75 *мгн*, s=0,284 *км* и L_s = 1,0 *мгн*, s=0,425 *км* (во всём диапазоне частот)	6,5	7+βl*
Между радиовещательными цепями (при частоте 800 *гц*)	13,0	13,0
Между радиовещательной цепью и двухпроводной цепью тональной частоты (при частоте 800 *гц*)	11,2	11,2
Между радиовещательной цепью и четырёхпроводной цепью тональной частоты (при частоте 800 *гц*)	11,8	11,8

Примечание. Под переходным затуханием на дальнем конце между кабельными цепями понимают натуральный логарифм отношения тока I_{10} к току I_{2l} (см. табл. 187), т. е. встречное переходное затухание.

* βl — затухание цепи на усилительном участке.

стью отклонение волнового сопротивления не должно превышать 10%, а для обычных высокочастотных цепей — 7%.

Отклонение рабочих ёмкостей в смонтированном кабеле не должно превышать на шаг симметрирования 1,5%.

В процессе монтажа кабелей наряду с симметрированием производят измерения переходного затухания между цепями при монтаже соединительных муфт или ящиков с катушками индуктивности.

Нормы переходного затухания между цепями, нагруженными на сопротивления, равные волновому сопротивлению этих цепей в смонтированном кабеле для длины усилительного участка, приведены в табл. 213.

Симметрирование низкочастотных кабелей

Симметрирование кабелей производится по участкам, называемым ш а г о м с и м м е т р и р о в а н и я.

Длину шага симметрирования низкочастотных кабелей с повышенной индуктивностью принимают равной 1,7 *км*, т. е. равной шагу включения катушек индуктивности.

Рекомендуемые схемы симметрирования низкочастотного кабеля внутри шага симметрирования длиной 1,7 *км* приведены на фиг. 354.

Преимущественное применение приведённых на фиг. 354 схем симметрирования и порядок симметрирования указаны в табл. 214.

Муфта *С* (конденсаторная) располагается в середине шага симметрирования с допускаемым отклонением не более 200 *м*.

В муфтах, обозначенных буквами *А* и *В*, производят симметрирование каждой четвёрки или пары кабеля методом скрещивания.

В конденсаторных муфтах *С* симметрирование кабеля также производят методом скрещивания и, кроме того, ёмкостные связи и асимметрии дополнительно компенсируют включением конденсаторов.

В муфтах, обозначенных на фиг. 354 буквами *а*, *б*, *в*, . . . *к*, *л*, жилы кабеля соединяются напрямое без симметрирования.

Наряду с симметрированием кабельных цепей внутри соединяемых четвёрок производят симметрирование смежных четвёрок.

Симметрирование смежных четвёрок выполняют при помощи систематического смешивания четвёрок при соединении между собой отдельных отрезков кабелей или при помощи включения симметрирующих конденсаторов. Это симметрирование имеет целью уменьшение взаимного влияния между соседними четвёрками в кабеле.

После окончания симметрирования низкочастотного кабеля внутри шага симметрирования производят соединение отдельных шагов кабеля.

Соединение двух шагов низкочастотного кабеля с повышенной индуктивностью производят в ящике с катушками индуктивности; при этом одновременно с монтажем кабеля в ящиках индуктивности выполняют следующие работы по симметрированию кабеля:

а) выравнивание рабочих ёмкостей в парах, предназначенных для связи по двухпроводной системе;

б) выравнивание сопротивления жил в парах при помощи включения дополнительных сопротивлений;

в) контрольные измерения ёмкостных связей и асимметрии;

г) симметрирование четвёрок по результатам измерений переходного затухания на ближнем и на дальнем концах.

Ниже даны краткие указания о выполнении отдельных работ по симметрированию низкочастотных кабелей связи в пределах шагов симметрирования и при соединении отдельных шагов между собой.

Таблица 214

Область применения различных схем симметрирования и порядок симметрирования

Схема симметрирования	Порядок симметрирования	Преимущественная область применения схемы
Фиг. 354,*а*	Симметрирование скрещиванием в муфтах *А-1*; *А-2*; *В-3*; *А-4*; *А-5*; *В-6* и С-7	При симметрировании без конденсаторов и при средних значениях коэфициентов асимметрии и связи в строительных длинах кабелей, удовлетворяющих предельным значениям
Фиг. 354,*б*	Порядок тот же, что и при схеме *а*	Область применения та же, что и в схеме *а*, но при любых строительных длинах кабеля
Фиг. 354, *в* и 354, *г*	а) Симметрирование скрещиванием в муфтах *В-1* и *В-2* б) Симметрирование скрещиванием и при помощи дополнительных конденсаторов в муфте *С-3*	При применении симметрирующих конденсаторов и если средние значения коэфициентов асимметрии и связи в строительных длинах кабеля удовлетворяют предельным значениям, установленным для этих коэфициентов
Фиг. 354, *д*	Симметрирование скрещиванием и при помощи дополнительных конденсаторов в муфте С	При применении симметрирующих конденсаторов и если значения коэфициентов ёмкостной связи и асимметрии в строительных длинах кабеля примерно в 2 раза меньше установленных предельных значений

Симметрирование четвёрок. Перед началом симметрирования кабеля составляется его схематический чертёж (фиг. 355) с указанием нумерации четвёрок: в сторону *А* (начальной станции) против часовой стрелки и в сторону *Б* (оконечной станции) по часовой стрелке.

Затем у обоих соединяемых отрезков кабелей измеряют коэфициенты ёмкостной связи и асимметрии во всех четвёрках. Измерения производят на частоте 800 *гц*.

При симметрировании четвёрок скрещиванием применяются восемь схем скрещивания, которые приведены в табл. 215. В этой таблице указано, какое изменение претерпевает знак у коэфициентов связи и асимметрии четвёрки со стороны *Б* в зависимости от применённой схемы скрещивания.

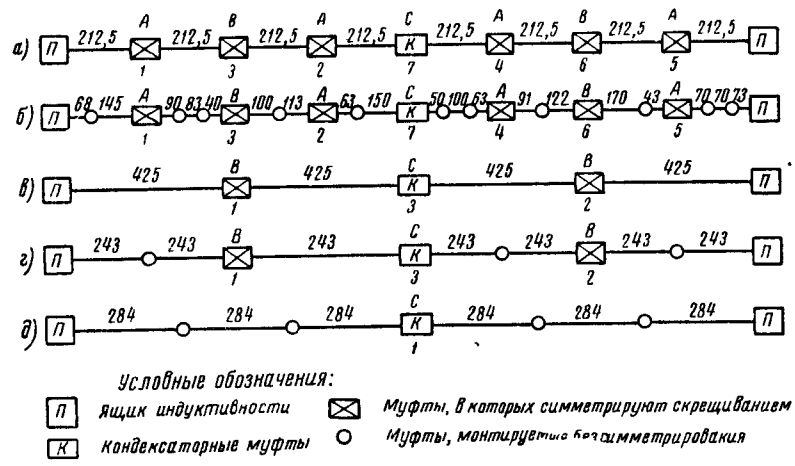
В табл. 215 даны также условные обозначения схем скрещивания (операторы). Первый знак оператора (левый) обозначает состояние первой основной цепи, второй знак (средний) — состояние второй основной цепи и третий (правый) — состояние искусственной цепи.

Точка в операторе обозначает, что жилы в данной цепи (основной или искусственной) соединяются напрямсе; крест в операторе обозначает, что жилы данной цепи скрещиваются.

Для каждой пары соединяемых четвёрок при симметрировании кабелей скрещиванием заполняется отдельная ведомость (табл. 216), в которую записываются величины асимметрии и связи скрещиваемых четвёрок кабеля, выбранные схемы скрещивания и результаты контрольных измерений, полученные после симметрирования.

В табл. 216 приведён пример выбора наивыгоднейшего оператора при симметрировании двух соединяемых четвёрок на основании данных измерений коэфициентов связи и асимметрии.

Результаты измерений коэфициентов связи и асимметрии в четвёрке кабеля, приходящего со стороны *А*, записывают в столбцы 1 и 8, а кабеля, приходящего со стороны *Б*, — в столбцы 2 и 9.



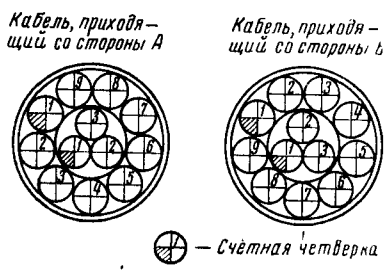
Фиг. 354. Схемы симметрирования кабеля

Таблица 215

Схемы скрещивания жил в чётверках

№ схемы	Оператор: обозначение	Оператор: схема, сторона А	Оператор: схема, сторона Б	K_1	K_2	K_3	e_1	e_2	e_3
1	• • •	a b c d	a b c d	$K_1'+K_1''$	$K_2'+K_2''$	$K_3'+K_3''$	$e_1'+e_1''$	$e_2'+e_2''$	$e_3'+e_3''$
2	× • •	a b c d	a b c d	$K_1'-K_1''$	$K_2'-K_2''$	$K_3'+K_3''$	$e_1'-e_1''$	$e_2'+e_2''$	$e_3'+e_3''$
3	• × •	a b c d	a b c d	$K_1'-K_1''$	$K_2'+K_2''$	$K_3'-K_3''$	$e_1'+e_1''$	$e_2'-e_2''$	$e_3'+e_3''$
4	× × •	a b c d	a b c d	$K_1'+K_1''$	$K_2'-K_2''$	$K_3'-K_3''$	$e_1'-e_1''$	$e_2'-e_2''$	$e_3'+e_3''$
5	• • ×	a b c d	a b c d	$K_1'+K_1''$	$K_2'+K_3''$	$K_3'+K_2''$	$e_1'+e_2''$	$e_2'+e_1''$	$e_3'-e_3''$
6	× • ×	a b c d	a b c d	$K_1'-K_1''$	$K_2'-K_3''$	$K_3'+K_2''$	$e_1'-e_2''$	$e_2'+e_1''$	$e_3'-e_3''$
7	• × ×	a b c d	a b c d	$K_1'-K_1''$	$K_2'+K_3''$	$K_3'-K_2''$	$e_1'+e_2''$	$e_2'-e_1''$	$e_3'-e_3''$
8	× × ×	a b c d	a b c d	$K_1'+K_1''$	$K_2'-K_3''$	$K_3'-K_2''$	$e_1'-e_2''$	$e_2'-e_1''$	$e_3'-e_3''$

Абсолютные значения коэфициентов складывают и записывают в свободные незаштрихованные клетки.



Фиг. 355. Нумерация четвёрок по повивам перед симметрированием

Если коэфициенты кабелей *А* и *Б* имеют разные знаки, то пользуются строчкой «—», а если одинаковые, — строчкой «+».

Коэфициенты асимметрии (e_1, e_2 и e_3) записывают в столбцах 4 — 7 и 11 — 14 условно уменьшенными в 10 раз.

Затем для каждого оператора в нижней строчке таблицы выводится максимальное значение суммы. Наивыгоднейший оператор выбирают по минимальной из сумм. В данном примере таким оператором является «•Х•».

После выбора наивыгоднейшего оператора производят временное соединение жил и осуществляют контрольные измерения коэфициентов, результаты которых заносят в столбец 15 табл. 216.

В табл. 216 приведён пример выравнивания шести частичных ёмкостей, что применяют при симметрировании четвёрок, в которых предполагается использование искусственных цепей.

Выравнивание частичных ёмкостей внутри четвёрок без использования искусственных цепей значительно упрощается, так как связи K_2, K_3 и асимметрию e_3 в этом случае не измеряют.

В конденсаторных муфтах после симметрирования скрещиванием производят окончательную компенсацию ёмкостных асимметрий и связей включением симметрирующих конденсаторов.

Как правило, ёмкостная асимметрия выравнивается только в четвёрках, которые расположены в верхнем повиве кабеля, т. е. рядом со свинцовой оболочкой.

Таблица 216

Ведомость симметрирования четвёрок скрещиванием

Кабель, приходящий со стороны		Знак	Оператор				Кабель, приходящий со стороны		Знак	Оператор				Результаты контрольных измерений	Наивыгоднейший оператор
А	Б		⋮	·×·	·×·	×·×	А	Б		·×·	×·×	·×·	×·×		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$K_1=-20$	$K_1=-30$	–	×			×	$K_1=20$	$K_1=-30$	–	×			×	+10	
		+	50	×	×	50			+	50	×	×	50		
$K_2=+30$	$K_2=-20$	–	×	50	×	50	$K_2=+30$	$K_3=+20$	–	×	×			+10	
		+		×		×			+	50	×	50	×		
$K_3=-10$	$K_3=+20$	–	×	×	30	30	$K_3=-10$	$K_2=-20$	–	×	×			–30	
		+			×	×			+	60	60	×	×		
$e_1=-400$	$e_1=+300$	–	×	70	×	70	$e_1=-100$	$e_2=-100$	–	×		×		–100	·×·
		+		×		×			+	50	×	50	×		
$e_2=-200$	$e_2=-100$	–	×	×			$e_2=-200$	$e_1=+300$	–	×	×	50	50	–100	
		+	30	30	×	×			+			×	×		
$e_3=+300$	$e_3=-100$	–	×	×	×	×	$e_3=+200$	$e_3=-100$	–	40	40	40	40	+200	
		+							+	×	×	×	×		
Максимальное значение суммы			50	70	30	70	Максимальное значение суммы			60	60	50	50		

Примечание. «+» — одинаковые знаки у коэфициентов A и B. «-» — разные знаки у коэфициентов A и B.

Необходимую ёмкость симметрирующих конденсаторов для компенсации связей определяют в соответствии с примером, приведённым в табл. 217.

Результаты измерений ёмкостной связи заносят в столбец 4 против того знака, который имеет измеренная величина связи. Измеренные величины связи делят пополам и заносят в соответствующие столбцы 5, 6, 7 и 8. Затем складывают записанные абсолютные значения по вертикали. Из полученных сумм вычитают наименьшую и таким образом получают необходимую величину ёмкости симметрирующих конденсаторов, которую записывают в нижней строке.

Аналогичным образом производится выбор ёмкости симметрирующих конденсаторов для компенсации коэфициентов асимметрии e_1, e_2 и e_3.

Если при симметрировании кабеля производят симметрирование смежных четвёрок, то на кабелях малой ёмкости (до пяти четвёрок включительно) симметрирование выполняют способом включения симметрирующих конденсаторов, а при кабелях большей ёмкости—способом смешивания четвёрок.

Способ смешивания четвёрок состоит в следующем. Если четвёрки в повиве одного отрезка кабеля расположены рядом, то на протяжении соседнего отрезка кабеля они должны быть удалены друг от друга на одну четвёрку. Так, 1-я четвёрка в верхнем повиве (фиг. 355) первого отрезка кабеля соединяется с 1-й четвёркой в верхнем повиве второго отрезка кабеля, 2-я четвёрка—с 3-й, 3-я—с 5-й, ..., 6-я четвёрка с 4-й и 7-я четвёрка с 6-й.

Таким же образом производится смешивание четвёрок в кабелях большей ёмкости.

В кабеле, состоящем из четвёрок, предназначаемых для различных систем связи (двух- и четырёхпроводной), смешивать четвёрки различных групп не разрешается. Смешивание четвёрок допустимо только внутри группы, предназначенной для какой-либо одной системы связи. Переход четвёрки из одного повива в другой не допускается.

Таблица 217

Ведомость симметрирования четвёрок конденсаторами

№ четвёрки	Обозначение коэфициента связи	Знак	Измеренные значения	Значения дополнительных ёмкостей, которые необходимо подключить к жилам			
				$a-c$	$a-d$	$b-c$	$b-d$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	K_1	–			×	×	
		+	80	×	40	40	×
	K_2	–	50	25	25	×	×
		+		×	×		
	K_3	–			×		×
		+	60	×	30	×	30
Сумма				25	95	40	30
Наименьшее значение				25	25	25	25
Ёмкости симметрирующих конденсаторов				0	70	15	5

При симметрировании смежных четвёрок способом включения симметрирующих конденсаторов предварительно производят измерение коэфициентов ёмкостной связи K_1—K_{12}.

При симметрировании по этому способу четвёрки соединяемых отрезков кабеля соединяют по порядку номеров, т. е. первую четвёрку с первой, вторую со второй и т. д.

Симметрирование производят сначала между первой и второй четвёрками, затем между второй и третьей четвёрками и т. д., т. е. замкнутым кругом по всему повиву.

Процесс симметрирования заключается в том, что связи, выходящие за пределы допускаемых норм, компенсируют симметрирующими конденсаторами. Для определения ёмкости конденсаторов пользуются типовыми ведомостями, аналогичными ведомости, приведённой в табл. 217.

Симметрирование экранированных и неэкранированных пар. Экранированные пары симметрируются только относительно экрана. Для этого измеренный коэфициент ёмкостной асимметрии e_1 компенсируют скрещиванием жил в паре и, если необходимо, включением симметрирующего конденсатора.

При симметрировании скрещиванием нескольких экранированных пар последние подбирают по принципу, изложенному для симметрирования четвёрок.

Для экранированных пар за допускаемую величину коэфициента ёмкостной асимметрии e_1 принята величина, равная 20 *мкмкф*.

Неэкранированные пары симметрируются относительно земли (если они расположены в повиве, прилегающем к свинцовой оболочке) и относительно друг друга.

Пары соединяются между собой по порядку номеров: первая с первой, вторая со второй и т. д., и снижение асимметрии относительно земли производится путём скрещивания жил в парах. Снижение связи между парами производится включением симметрирующих конденсаторов.

Выравнивание рабочих ёмкостей кабельных цепей и выравнивание сопротивлений жил. Выравнивание рабочих ёмкостей и устранение асимметрии сопротивления жил постоянному току производят для повышения переходного затухания между кабельными цепями и снижения волнообразности входного сопротивления цепей.

Выравнивание рабочих ёмкостей производят в два этапа. Сначала строительные длины кабелей разбивают на 4—8 групп с таким расчётом, чтобы средняя рабочая ёмкость любой группы отличалась от средней рабочей ёмкости всех строительных длин кабелей на усилительном участке не более чем на $\pm$ 2%.

Прокладку кабеля производят с таким расчётом, чтобы рядом были уложены строительные длины кабелей одной группы и затем другой смежной группы по возрастающим или убывающим номерам групп.

Вторым этапом является выравнивание рабочих ёмкостей в парах соединяемых четвёрок. Это выравнивание производится при монтаже ящиков индуктивности, т. е. в стыках соединяемых шагов симметрирования.

Выравнивание рабочих ёмкостей в ящиках индуктивности производят только в цепях, используемых для двухпроводной связи, в том случае, если отклонение их рабочей ёмкости от средней величины превышает 1,5%.

Выравнивание сопротивлений жил постоянному току производят только в нечётных ящиках индуктивности. Сопротивления выравнивают в тех парах кабеля, которые не удовлетворяют норме асимметрии (табл. 212).

Если асимметрия сопротивлений жил превышает установленную норму, производится выравнивание сопротивления жил при помощи включения дополнительных сопротивлений в ящике индуктивности. В качестве дополнительного сопротивления применяется изолированная высокоомная проволока, например константановая диаметром 0,8 *мм*.

Симметрирование кабелей по результатам измерений переходного затухания. Симметрирование кабелей по результатам измерений переходного затухания производят при монтаже ящиков с катушками индуктивности.

Измерения переходных затуханий производят по порядку наращивания шагов симметрирования, ступенями по два шага одновременно, от станции к середине усилительного участка.

Симметрирование по результатам измерений переходного затухания на ближнем конце производится при соединении 12 шагов симметрирования, прилегающих к усилительным пунктам или к оконечным станциям.

Остальные шаги симметрирования последовательно наращиваются с обеих сторон усилительного участка к его середине по результатам измерения переходного затухания на дальнем конце.

Симметрирование кабелей по результатам переходного затухания производят только в чётных ящиках индуктивности при помощи скрещивания жил в соединяемых четвёрках; в нечётных ящиках индуктивности жилы кабеля соединяют напрямую.

Ящик индуктивности, расположенный в середине усилительного участка, монтируют в последнюю очередь; при этом соединение жил в четвёрках производят по результатам измерений переходного затухания на дальнем конце.

В четвёрках, не удовлетворяющих нормам переходного затухания (табл. 213), в дополнение к скрещиванию жил производят включение компенсирующих контуров, состоящих из сопротивления и ёмкости, соединённых последовательно.

Симметрирование высокочастотных кабелей

Симметрирование высокочастотных кабелей с повышенной индуктивностью, а также однородных высокочастотных кабелей производят следующим образом.

Шаг симметрирования однородных кабелей, т. е. кабелей без катушек индуктивности, берут равным 1,7 *км*.

В средней муфте шага симметрирования производят симметрирование цепей в четвёрках по коэфициентам K_1, K_2, K_3 и e_1, e_2, причём предпочтение отдают коэфициентам K_2, K_3, e_1 и e_2.

Симметрирование производят только скрещиванием жил, без применения симметрирующих конденсаторов. В этой же муфте производят смешивание четвёрок.

Пять прилегающих к усилительным пунктам шагов симметрируют в стыковых муфтах по результатам измерения переходного затухания на ближнем конце. Если между какими-либо цепями переходное затухание получится меньше 7,5 *неп*, то в ближайшей к усилительному пункту стыковой муфте производят концентрированное симметрирование этих цепей (включение между ними компенсирующих контуров).

Остальные шаги симметрирования, наращивая от концов к середине усилительного участка, симметрируют по результатам измерения переходного затухания на дальнем конце.

Муфту, расположенную в середине усилительного участка, монтируют в последнюю очередь, симметрируя четвёрки по результатам измерения переходного затухания на дальнем конце. Если переходное затухание между какими-либо цепями окажется меньше нормы, производят концентрированное симметрирование.

Симметрирование высокочастотных кабелей с повышенной индуктивностью производят двумя способами.

При первом способе симметрирование 30 прилегающих к усилительным пунктам шагов (шаг равен 285 *м*) выполняют по результатам измерения переходного затухания на ближнем конце.

Наращивание производят по три шага; при этом в нечётных ящиках индуктивности осуществляют симметрирование скрещиванием жил в четвёрках, а в чётных ящиках соединяют жилы напрямую и производят смешивание четвёрок.

При втором способе в нечётных ящиках индуктивности измеряют коэфициент K_1, и если он больше 10 *мкмкф*, цепь симметрируют конденсаторами; в чётных ящиках соединяют жилы напрямую и смешивают четвёрки (в 10-м и 20-м ящиках четвёрки не смешивают).

Симметрирование остальных шагов в пределах усилительного участка при обоих способах выполняется одинаково. Остальные шаги соединяют в секции по 10 шагов, производя в чётных муфтах смешивание четвёрок. Три такие секции соединяют одновременно в направлении к середине усилительного участка по результатам измерения переходного затухания на дальнем конце. Измерение переходного затухания производят во всех трёх ящиках индуктивности.

После соединения всех секций монтируют ящик, расположенный в середине участка, и, при необходимости, в этом ящике производят концентрированное симметрирование.

ЗАЩИТА КАБЕЛЕЙ ОТ КОРРОЗИИ

Общие сведения

Коррозия металлических оболочек (свинцовая оболочка, стальная броня) проложенных в земле кабелей происходит под воздействием блуждающих токов электрических установок постоянного тока, а также в результате воздействия на оболочки кабелей щёлочи, органических кислот и солей, находящихся в почве (почвенная коррозия).

К электрическим установкам постоянного тока, создающим в земле блуждающие токи, относятся электрические железные дороги постоянного тока, трамвайные линии, троллейбусные линии, в которых один из троллейных проводов имеет заземление или металлическое соединение с рельсами трамвайных линий, а также электрические сети постоянного тока, пользующиеся частично или полностью землёй в качестве проводника тока.

Основными мероприятиями по борьбе с коррозией оболочек кабеля являются рациональный выбор трассы кабеля при его прокладке и снижение величины блуждающих токов, ответвляющихся с рельсов электрических железных дорог и трамвая в землю.

Снижения величины блуждающих токов достигают уменьшением падения напряжения в рельсовой сети, увеличением проводимости рельсовых линий и уменьшением электропроводности между рельсами и землёй.

Снижения величины блуждающих токов в оболочках кабелей достигают также изоляцией оболочки и брони кабелей от металлических конструкций, прокладкой кабелей в местах пересечения их с рельсами электрических железных дорог и трамваев в изолирующей канализации и другими мероприятиями.

Наряду с этим при обнаружении опасных в смысле наличия блуждающих токов зон на действующих и вновь проложенных кабелях применяют специальные меры защиты, как-то: электрические дренажи, катодную защиту и т. п.

Защиту подземных кабелей от коррозии блуждающими токами производят в соответствии с «Правилами защиты подземных металлических сооружений от коррозии блуждающими токами» (Трансжелдориздат, 1948 г.).

Основные определения и понятия

Основные определения и понятия, установленные правилами по защите кабелей от коррозии, приведены в табл. 218.

Меры по защите кабелей от коррозии блуждающими токами

Увеличение переходного сопротивления между рельсами электрических железных дорог и землёй достигают применением щебёночного балласта и пропитаных креозотом шпал, а также прочисткой просвета между подошвой рельса и балластом. Между рельсами трамвая и землёй переходное сопротивление повышают отводом воды с поверхности пути и его основания, применением электроизолирующего основания, а также применением шпал, пропитанных креозотом.

На металлических и железобетонных мостах рельсы изолируют от ферм моста, чтобы они не имели металлического контакта с фермами моста или арматурой железобетона. При этом между фермами мостов и тяговыми рельсами электрических железных дорог оборудуют искровые промежутки; присоединение к тяговым рельсам металлических опор контактной сети, сигиальных мостиков и т. п. выполняют изолированным от земли проводом.

Отвод обратных токов из рельсовой сети производится при помощи отсасывающих фидеров.

Отсасывающие фидеры по всей длине и в концевых муфтах изолируют от земли.

Таблица 218

Основные определения и понятия

Определение	Пояснения к определению
Средняя разность потенциалов, или среднее падение напряжения в рельсах	Среднюю разность потенциалов, или среднее падение напряжения в рельсах определяют расчётным путём. При этом среднюю величину тока в рельсах находят делением годового количества ампер-часов, подаваемых в контактный провод, на число часов в году, т. е. на 8 760
Анодная зона	Зона подземного кабеля, в которой блуждающие токи выходят из его оболочки в окружающую электролитическую среду (земля, вода и т. п.)
Катодная зона	Зона подземного кабеля, в которой блуждающие токи входят в оболочку и броню кабеля из окружающей электролитической среды
Потенциал по отношению к земле	Потенциал оболочки кабеля в данной точке его по отношению к окружающей электролитической среде
Питающие фидеры	Фидеры, присоединяемые к контактному проводу
Отсасывающие фидеры	Фидеры, присоединяемые к рельсам
Отсасывающие пункты	Места присоединения к рельсам отсасывающих фидеров
Температурные стыки	Рельсовые стыки, оставляемые при сплошной сварке несваренными для свободного изменения рельсами их длины при колебаниях температуры
Изолирующий стык	Механическое соединение двух рельсов, препятствующее прохождению тока из одного рельса в другой
Изолирующая муфта	Изолирующий стык в металлической оболочке кабеля
Дроссельный стык	Стыковое соединение двух двухниточных цепей на электрифицированном участке железной дороги, служащее для пропуска тягового тока в обход изолирующих стыков и осуществляемое посредством двух путевых дросселей (реактивных катушек)
Путевой дроссель	Реактивная катушка значительного реактивного и малого активного сопротивления, включаемая в рельсовые цепи автоблокировки на электрифицированных участках для пропуска тягового тока
Электрические стыковые соединители	Проводники, привариваемые к концам рельсов в их стыке для шунтировки несваренных стыков
Обходные соединители	Присоединяемые к рельсам проводники, шунтирующие сборные стрелки, а также сборные крестовины на стрелках и на пересечениях путей
Поперечный соединитель	Проводник, соединяющий между собой нити одной или нескольких рельсовых цепей
Пункт дренирования	Место присоединения к оболочкам защищаемых кабелей дренажного проводника, отводящего блуждающие токи к обратному полюсу их источника

Увеличения проводимости рельсовых нитей достигают сваркой их в стыках, которая обязательна для трамвайных рельсов и желательна для рельсов электрических железных дорог. Несваренные температурные стыки и стыки специальных путевых частей (стрелок, крестовин и т. п.) оборудуют стыковыми и обходными соединителями.

Нормы падения напряжения в рельсах и нормы сопротивления несваренных рельсовых стыков с приваренными стыковыми соединителями приведены в табл. 219.

Кроме стыковых и обходных соединителей на рельсовых путях устанавливаются междурельсовые соединители.

Обходные и стыковые соединители железных дорог делают из медных проволок сечением не менее 70 $мм^2$. Применяют также стальные или биметаллические соединители с эквивалентным по проводимости сечением и с поверхностью контакта в местах приварки к рельсам не менее 250 $мм^2$.

Стыковые и обходные соединители трамваев делают из медных проволок или пластин общим сечением не менее 80 $мм^2$. Применяют также стальные или биметаллические с эквивалентным по проводимости сечением и с поверхностью контакта в местах приварки к рельсам не менее 500 $мм^2$.

Междурельсовые и междупутевые соединители электрических железных дорог делают из медной проволоки сечением не менее 40 $мм^2$ или стальные с эквивалентным по проводимости сечением. Если рельсовые нити не используются для целей блокировки и сигнализации, междурельсовые соединители выполняют через каждые 300 *м*, а междупутевые через каждые 600 *м*.

На станциях с однониточными рельсовыми цепями соединение между собой предназначенных для тягового тока рельсовых нитей различных путей производят через каждые 400 *м*.

При наличии автоблокировки с рельсовыми цепями соединение между собой обеих нитей пути выполняется только у изолирующих стыков при помощи путевых дросселей. Нити отдельных путей соединяют посредством соединения средних точек путевых дросселей. Расстояние между этими соединениями рассчитывают так, чтобы наличие соединителей не отражалось на контроле состояния рельсовых нитей сигнальным током.

Междурельсовые соединители трамваев делают из медной проволоки сечением не менее 10 $мм^2$ или из стальной и биметаллической проволоки с эквивалентным по проводимости сечением.

Междурельсовые соединители устанавливают:

а) через 150 *м* между обеими нитями каждого пути;

б) через 300 *м* между всеми нитями путей данной линии;

в) по обе стороны стрелок и крестовин;

г) между всеми нитями путей в пунктах присоединения обратных фидеров.

Кабели следует по возможности удалять от рельсов электрических железных дорог и трамваев, избегая резких приближений к рельсам и пересечений с ними. Наименьшие расстояния между кабелями и рельсами электри-

Таблица 219

Нормы падения напряжения в рельсах и сопротивления рельсовых стыков

Наименование требований	Нормы	
	для электрических железных дорог	для сетей трамвая
Средняя величина падения напряжения в рельсах, вычисленная для среднесуточной нагрузки при составлении проекта электрической железной дороги или новой трамвайной сети или при расширении и переустройстве существующей	Между двумя любыми точками пути $\leqslant$ 3 *в* на 1 *км*	а) Между двумя любыми точками рельсовой сети в черте города $\leqslant$ 2,5 *в*; б) на любом участке городской трамвайной сети $\leqslant$ 0,35 *в* на 100 *м* пути; в) между двумя любыми точками пригородной сети на прямой линии $\leqslant$ 2 *в* на 1 *км*; в) на вылетной линии протяжением менее 1,25 *км* (по прямой линии, между началом и концом линии) $\leqslant$ 2,5 *в*
Величина увеличения сопротивления участка рельсового пути за счёт рельсовых стыков	20%	20%
Сопротивление постоянному току каждого рельсового стыка с приваренным стыковым соединителем	$\leqslant$ сопротивления 3,0 *м* сплошного рельса	$\leqslant$ сопротивления 2,5 *м* сплошного рельса
Падение напряжения при среднесуточной нагрузке в дроссельном стыке	$\leqslant$ 0,2 *в*	
Сопротивление рельсовых стыков в разводной части мостов (при непременном условии шунтировки разводной части, осуществляемой при помощи проводов, соединяющих размыкаемые части пути как во время разрыва последних, так и во время сомкнутого состояния)	$\leqslant$ сопротивления 4,5 *м* сплошного рельса	Шунтировка необязательна, если на мосту имеется раздел питания между двумя отдельными станциями или подстанциями
Падение напряжения при средней нагрузке во время разводки моста	$\leqslant$ 0,01 *в* на 1 *м* шунтируемого участка пути	

Таблица 220

Взаимное расположение рельсов электрических железных дорог, трамвая и подземных металлических сооружений

Наименование приближений и пересечений	Наименьшее расстояние в *м*	Примечание
Расстояние между ближайшим рельсом и подземным кабелем, а также теми частями сооружений, которые располагаются на поверхности земли и которые соединены металлически с ними	2	а) Это расстояние в исключительных случаях может быть снижено до 1 *м* при условии применения на кабелях изолирующих покрытий или изолирующих канализаций; б) для кабельных сетей на территории железнодорожных станций по местным условиям допускаются отступления
Пересечение подземных кабелей с рельсами	1	Расстояние берётся от подошвы рельса до проложенного под ним кабеля
Расстояние места пересечения рельсов подземным кабелем или канализацией от отсасывающего пункта или от голых медных проводов, проложенных в земле и присоединённых к рельсам	3	Пересечение рельсов кабелями или канализацией под стрелками или крестовинами не допускается

Продолжение табл. 220

Наименование приближений и пересечений	Наименьшее расстояние в *м*	Примечание
Расстояние между кабелями различных организаций или между кабелями и другими подземными сооружениями (водопровод, газопровод и т. д.)	0,5	
Расстояние между пересекающимися кабелями или между кабелями и другими подземными сооружениями в месте пересечения по вертикали	0,5	Указанное расстояние может быть уменьшено, если кабели проложены в изолирующей канализации или имеют изолирующее покрытие не менее 1 *м* в обе стороны от пересечения

ческих железных дорог и трамвая приведены в табл. 220.

При строительстве подземных кабельных сетей в районах, где может возникнуть коррозия оболочек кабелей блуждающими токами, применяется ряд защитных мероприятий. К числу основных мероприятий относятся мероприятия, перечисленные в табл. 221.

Проложенный в земле кабель в том случае считается защищённым от коррозии блуждающими токами, если во всех точках потенциал оболочки кабеля по отношению к земле является отрицательным.

Для голых освинцованных кабелей опасными в отношении коррозии считаются анодные зоны (места с положительным потенциалом оболочки кабеля по отношению к земле) независимо от плотности блуждающих токов, сходящих с них в землю. Для бронированных кабелей опасными являются те анодные зоны, где среднесуточная плотность тока, сходящего в землю, достигает 0,15 *ма/дм*^{2}.

Если обследованием кабельной сети обнаружены опасные для кабеля анодные зоны, то применяют дополнительные меры защиты как на источниках блуждающих токов, так и на проложенных под землёй кабелях.

Потенциал ярко выраженной анодной зоны на всех подземных канализациях в соседстве с отсасывающим пунктом трамвайной рельсовой сети может быть снижен перерегулировкой пунктов отсасывания рельсовой сети и разгрузкой фидера в районе опасной зоны.

Меры защиты, применяемые на проложенных в земле кабелях, в значительной степени зависят от соседства с ними других подземных сооружений, от способов питания электрической железной дороги или трамвая и

Таблица 221

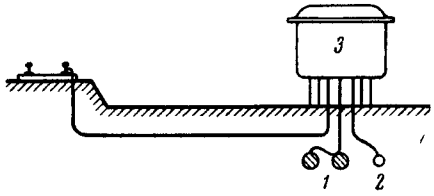
Основные мероприятия, применяемые при строительстве подземных кабельных линий

Наименование мероприятий	Дополнительные указания
Голые освинцованные кабели прокладываются только в канализации	В местах, где уровень грунтовых вод находится выше подземных сооружений, канализацию делают изолирующей
Оболочка и броня кабелей изолируются от всех металлических конструкций, заземлённых на рельсы электрических железных дорог	
При прокладке кабелей по мостам кабели изолируются от стальных ферм моста и арматуры железобетонных мостов	Если кабели прокладывают в стальных трубах, то последние изолируют по всей длине от металлических частей моста
В местах пересечения кабелей с рельсами электрических железных дорог и трамваев кабели или прокладывают в изолирующей канализации или защищают изолирующими покрытиями.	В качестве изолирующей канализации применяют канализацию из керамиковых, асбестоцементных труб или цементных труб, покрытых гидроизоляцией
В населённых пунктах, как правило, кабели прокладывают под тротуаром	
Кабели располагают по возможности дальше от магистральных водопроводных труб	

Продолжение табл. 221

Наименование мероприятий	Дополнительные указания
При прокладке кабелей в местах с сосредоточенной влажностью по возможности рекомендуется осушать эти места	
При строительстве и эксплоатации кабельной канализации предусматриваются меры, обеспечивающие возможность удаления воды из канализации	
Устройство металлического соединения между свинцовой оболочкой и бронёй кабеля в стыках строительных длин прокладываемого бронированного кабеля связи	
Устройство металлического соединения свинцовых оболочек и брони, прокладываемых рядом в одной траншее всех кабелей связи, в местах установки соединительных муфт	Соединение производят медным изолированным проводом сечением не менее 3 *мм*²
При прокладке бронированного кабеля связи рядом с телефониой канализацией производится соединение свинцовой оболочки и брони его со свинцовыми оболочками всех кабелей, находящихся в канализации	Соединение производят в колодцах или подземных коробках изолированным медным проводом сечением не менее 4 *мм*²
При пересечении бронированным междугородным кабелем других кабелей, проложенных в телефонной канализации, производится соединение его оболочки и брони со свинцовыми оболочками кабелей в канализации	Соединение производят в ближайшем колодце или коробке специальным бронированным кабелем сечением жил не менее 4 *мм*²
При параллельной прокладке бронированного кабеля с рельсами трамвая и электрической железной дороги, в случае пересечения им других подземных кабелей, в местах пересечения на расстоянии 1 *м* предусматриваются устройства для контроля за состоянием кабеля	К контрольным устройствам относятся: подземные овальные коробки, кабельные колодцы или подземные коробки с наружным люком, а также оборудование измерительного пункта
При параллельном следовании нескольких кабелей для них рекомендуется строить коллекторы	
Запрещается использовать рельсы электрических железных дорог в качестве заземлений для аппаратов централизации и устройств связи	
Проведение систематического контроля за блуждающими токами в кабеле, осуществляемого при помощи устройства измерительных контрольных пунктов: дренажных (фиг. 356), шкафных (фиг. 357), наружных (фиг. 358) и бутлежных (фиг. 359), а также дополнительных измерительных пунктов	Контрольные пункты оборудуют: а) на вводах кабелей в здание, релейные или телефонные шкафы; б) в местах установки разветвительных муфт на кабелях СЦБ; в) в местах, где один или несколько кабелей уходят в другую траншею; г) на остальных участках кабельной сети, через каждые 150—200 *м*
Устройство спайки брони кабелей с оболочкой на концах кабеля и поперечное соединение оболочек и броней всех кабелей, идущих в общей канализации или в одной траншее	Поперечное соединение (спайки) оболочек и брони проложенных кабелей производят, как правило: а) во всех контрольных измерительных пунктах; б) на каждом конце кабелей; в) во всех соединительных и тройниковых муфтах; г) во всех местах присоединения дренажных кабелей от дренажных и катодных установок; д) в местах ответвления одного из кабелей от группы кабелей в траншее и т. п.

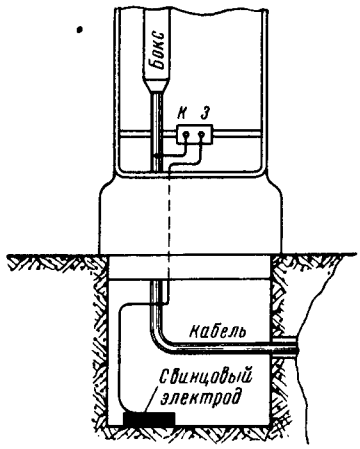
других факторов. Наиболее действенными методами защиты от электрокоррозии являются



Фиг. 356. Дренажный контрольный пункт: *1*—кабели; *2*—измерительный заземлитель; *3*—дренажный шкаф

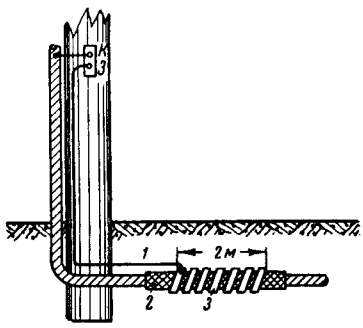
электрическне методы, перечисленные в табл. 222.

Кроме перечисленных методов защиты, применяют протекторную защиту, при кото-



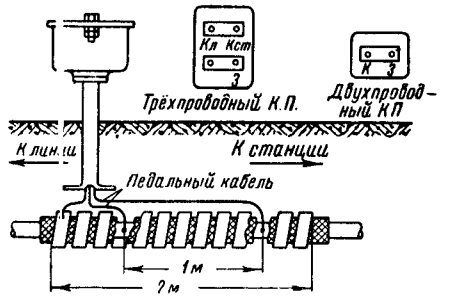
Фиг. 357. Шкафной контрольный пункт

рой к защищаемому объекту присоединяется пластина металла, обладающего в данной среде более низким электрическим потенциа-



Фиг. 358. Наружный контрольный пункт: *1*—педальный кабель; *2*—гидроизоляция; *3*—бронелента

лом, а также защита при помощи электронного фильтра — покрытия, состоящего из токопроводящего коррозионностойкого вещества (резины или гудрона с примесью к ним графита или перекиси свинца), которое не пропускает через себя ионы электролита к оболочке кабеля.



Фиг. 359. Бутлежный контрольный пункт

Меры по защите кабелей от почвенной коррозии

Почвенная коррозия свинцовых оболочек и брони кабелей возникает под воздействием находящихся в почве солей, щелочей и органических кислот.

Для свинцовых оболочек кабеля наиболее опасным является наличие в почве уксусной кислоты, извести, нитратов (азотнокислых солей) и перегноя от органических веществ. Грунт с большим содержанием известняка (мергельный грунт), а также насыпные грунты с содержанием в них каменноугольной смолы и доменных шлаков, представляющие собой сильные щёлочи, также вредно действуют на свинцовую оболочку кабелей.

Для стальной брони кабелей наиболее опасными являются хлористые, серные и сернокислые соединения, находящиеся в почве.

К основным мероприятиям по защите кабелей от почвенной коррозии относятся:

1. Выбор трассы кабеля с таким расчётом, чтобы она не проходила в грунтах с большим содержанием извести (мергельные грунты), а также в болотистых и топких местах.

2. Избежание мест скопления кислот (конные базары, бойни, сточные канавы и т. п.).

3. Обход мест с насыпными грунтами, содержащими каменноугольные смолы и доменные шлаки.

4. Применение асбестоцементных трубопроводов при устройстве кабельной канализации в сырых грунтах или в грунтах, содержащих кислоту с концентрацией её до 1% или при содержании щелочей до 10%.

5. Применение керамиковых трубопроводов при устройстве кабельной канализации в сырых грунтах, где имеются агрессивные грунтовые воды с содержанием кислот более 1% и щелочей более 10%.

6. Устройство в мокрых грунтах только железобетонных колодцев с железнением и добавлением в раствор церезита.

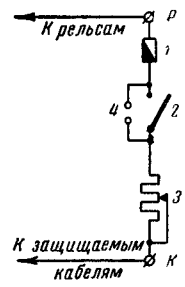
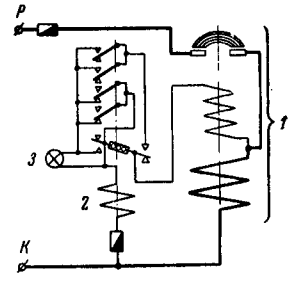
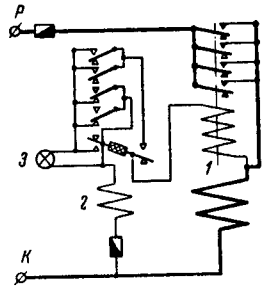
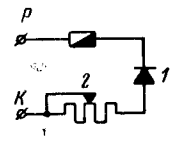
7. Удаление воды, скопляющейся в колодцах кабельной канализации.

8. Смазывание кабелей вазелином при их протягивании в канализации.

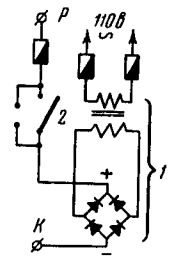
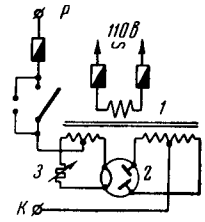
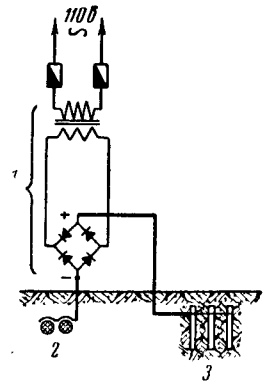
9. Применение протекторов и электрических методов защиты (см. табл. 222) в тех случаях, когда потенциал проложенного кабеля выше потенциала окружающей кабель почвы.

Таблица 222

Схемы электрической защиты кабелей от коррозии блуждающими токами

Наименование схемы защиты	Принципиальная схема защиты	Условное обозначение в схеме	Предпочтительная область применения
Простой электрический дренаж		*Р*—клемма для присоединения дренажного кабеля, идущего к рельсам; *К*—клемма для присоединения дренажного кабеля, идущего к защищаемому кабелю; *1*—предохранитель; *2*—рубильник; *3*—реостат; *4*—клеммы для включения контрольного амперметра	Применяется в тех случаях, когда потенциал оболочки кабеля неизменно выше потенциала той части обратной сети, куда отводятся блуждающие токи
Поляризованный электрический дренаж ПДЗ-39		*1* — соленоидный контактор; *2*—контрольное реле; *3*—балластная лампа	Поляризованные электрические дренажи (ПДЗ-39, РПД-ЦНИИ-42 и вентильный) применяются в тех случаях, когда в процессе эксплоатации возможно изменение полярности кабеля, т. е. когда потенциал рельса может стать выше потенциала оболочки кабеля
Поляризованный дренаж РПД-ЦНИИ-42		*1*—поляризованное реле; *2*—контрольное реле; *3*—балластная лампа	
Вентильный поляризованный дренаж		*1*—вентиль; *2*—реостат	

Продолжение табл. 222

Наименование схемы защиты	Принципиальная схема защиты	Условное обозначение в схеме	Предпочтительная область применения
Усиленный дренаж с купроксным выпрямителем		*1*—купроксный выпрямитель типа КТВ-1; *2* — рубильник	Усиленный дренаж с купроксным или газотронным выпрямителем применяется в тех случаях, когда, например, при наличии устойчивых положительных потенциалов оболочки кабелей по отношению к земле одновременно наблюдаются знакопеременные потенциалы оболочки кабелей по отношению к рельсам
Усиленный дренаж с газотронным выпрямителем		*1*—трансформатор; *2*—газотронная лампа; *3*—реостат накала	
Схема катодной защиты с выпрямителем КТВ-1		*1*—купроксный выпрямитель типа КТВ-1 (может быть применён выпрямитель СТВ, газотроны и т. п.); *2*— защищаемые кабели; *3*—аноды	Применяется главным образом в местах с явно выраженными анодными зонами

ТЕКУЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ И РЕМОНТ ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

ТЕКУЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

Исходя из установленных норм времени на текущее содержание устройств связи, линейный электромеханик совместно со старшим электромехаником разрабатывает план-график технологического процесса по текущему содержанию устройств линейного околотка связи. Этот план-график утверждает начальник дистанции сигнализации и связи.

Техническое содержание линейных сооружений проводят линейные электромеханики в течение всего года; при этом они немедленно устраняют повреждения линии, а также выполняют следующие основные работы:

а) выправку отдельных опор;

б) подрезку ветвей деревьев, вырубку кустарников и отдельных деревьев, угрожающих падением на провода;

в) укрепление подгнивших опор приставками или рельсами;

г) устранение неисправностей в линейных молниеотводах;

д) замену лопнувших и подтягивание ослабших хомутов искусственных оснований;

е) проверку, выправку и частичную замеиу неисправной арматуры;

ж) чистку изоляторов и замену негодных изоляторов;

з) регулирование провисших проводов;

и) удаление набросов с проводов;

к) устранение недоброкачественных и временных соединений проводов;

л) замену повреждённых вязок;

м) упорядочение проводов на вводах;

н) осмотр и приведение к норме габаритов проводов на переходах и пересечениях;

о) осмотр заземлений и их ремонт.

Наряду с текущим содержанием линий связи весной и осенью производят контрольные осмотры линий связи для определения объёма и характера ремонтных работ.

Если при этом необходим более сложный ремонт, то последний либо выполняет бригада по текущему содержанию по особому плану-графику, составляемому электромехаником, либо этот ремонт проводится одновременно со средним и капитальным ремонтом.

ТЕКУЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ МЕСТНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

Раз в три месяца электромеханик и монтёр проверяют состояние кабельной сети.

Проверке подлежат: трассы подземных кабелей, оболочки воздушных кабелей и крепление кабелей, защитные устройства, кабельная арматура, ящики, боксы, плинты и их детали, предохранители, разрядники, кроссировки и т. п. Все выявленные дефекты устраняют по плану-графику, составленному электромехаником.

Раз в год электромеханик производит контрольный осмотр сети и определяет объём ремонтных работ и их характер (текущий, капитальный). Один раз в год производят контрольные измерения сопротивления и изоляции жил кабеля, по которым определяют электрическое состояние кабеля и устраняют дефекты для приведения электрического состояния кабеля к нормам.

ТЕКУЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ КАБЕЛЕЙ ДАЛЬНЕЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

Два раза в месяц электромеханик и монтёр обязаны осматривать трассу кабеля и состояние арматуры кабеля, защитных и коммутационных устройств и т. п.

При осмотре трассы кабеля необходимо особое внимание обращать на нарушение грунта над кабелем (осадка и размывка траншеи, образование котлованов, оползни в берегах рек и оврагов и т. д.), на состояние кабеля в местах пересечений с дорогамн и на крепление кабеля по мостам.

Для предупреждения размывов грунта на трассе кабеля необходимо систематически делать отвод от трассы ливневых, весенних и других вод, производить подсыпку размытых участков трассы кабеля с восстановлением одерновки и мощения, укреплять траншеи в берегах рек, ручьёв и оврагов.

Нельзя допускать на трассе кабеля рытья канав, ям, котлованов, пахоты, посевов, посадок, устройства свалок, складывания строительных материалов и т. п.

Все обнаруженные дефекты нужно немедленно устранять.

Раз в год производят электрические измерения жил кабеля для устранения недостатков и приведения кабеля к электрическим нормам как по сопротивлению изоляции кабельных цепей, так и по затуханию этих цепей.

СРЕДНИЙ РЕМОНТ ЛИНИЙ СВЯЗИ

Средний ремонт производят один раз в 3—5 лет.

В состав работ по среднему ремонту входят:

а) приведение опор и проводов в габарит; расчистка просек от кустарника, подрезка ветвей деревьев и удаление деревьев, угрожающих падением;

б) замена опор и подпор (в среднем до 20%), не обеспечивающих нормальной механической прочности линии; подведение искусственных оснований к опорам, стоящим в грунте и имеющим здоровую надземную часть;

в) возобновление нумерации опор;

г) смена повреждённых хомутов искусственных оснований и подтягивание ослабших хомутов;

д) выправка опор;

е) корректирование схемы скрещиваний цепей (упразднение или устройство небольшого числа скрещиваний); ремонт, укрепление и замену негодной арматуры, ремонт контрольных сжимов;

ж) ремонт ступеней и площадок на контрольных и кабельных опорах; ремонт существующих и установка недостающих линейных молниеотводов на оконечных, разрезных, контрольных, угловых, переходных и мачтовых опорах;

з) сплошная чистка изоляторов, чистка с промывкой изоляторов при замене вязок, а также на заменяемых опорах; замена дефектных изоляторов и не поддающихся чистке;

и) регулирование стрел провеса проводов, замена негодных вязок и устройство специальных вязок в районах, где наблюдается вибрация проводов;

к) выборочная замена проводов, имеющих большой износ;

л) сварка стальных проводов и замена недоброкачественных соединений на цепях из цветного металла;

м) ремонт вводов, замена на вводах изношенных изолированных проводов; установка вводных изоляторов;

н) проверка заземлений и переустройство их с целью доведения сопротивления заземлений до нормы;

о) окучивание опор;

п) проверка соответствия паспортизации фактическому состоянию линий связи;

р) ремонт кабельных опор и кабельных вставок.

КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ЛИНИЙ СВЯЗИ

Капитальный ремонт производят один раз в 12—15 лет.

При капитальном ремонте выполняют следующие основные работы:

а) замену опор и подпор, не обеспечивающих нормальной механической прочности линии; частичную установку, при надобности, противоветровых, полуанкерных и других сложных опор для укрепления линии; частичную установку и перестановку опор для доведения длины пролётов до нормы; спрямление трассы линии и доведение числа угловых опор до минимума; переход с крюков на траверсы там, где это требуется по условиям габарита, и приведение расположения проводов к единому профилю;

б) проверку состояния контрольных опор с заменой всех нетиповых и неисправных контрольных сжимов, сплошную проверку состояния изоляторов и замену всех дефектных изоляторов, а также необходимую замену изоляторов для унификации их типа;

в) сплошное регулирование проводов;

г) сплошную замену изношенных проводов, не удовлетворяющих требованиям механической прочности;

д) полное переустройство схем скрещивания проводов;

е) сплошную проверку состояния вводов с заменой, в необходимых случаях, воздушных вводов кабельными; переустройство и ремонт воздушных вводов.

Одновременно производят все работы, входящие в состав среднего ремонта линий связи.

КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ СЕТИ МЕСТНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

При капитальном ремонте сети местной телефонной связи производят:

а) ремонт воздушных линий местной связи в соответствии с классификацией ремонта линий I и II классов;

б) ремонт кабельных линий, во время которого исправляются или заменяются повреждённые кабели, ремонт кабельных шкафов и коробок (замену плинтов, перезаделку, кабеля, замену негодных кроссировок и т. п.); замену негодного троса, на котором подвешен кабель; регулировку стрелы провеса кабеля; замену и укрепление опор, не обеспечивающих нормальной механической прочности кабельных линий; ремонт кабельной канализации и кабельных колодцев;

в) ремонт внутренней проводки, замену проводки, выполненной некачественными проводами и не удовлетворяющими техническим нормам.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РЕМОНТЕ ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ И СЦБ

Разгрузка и переноска столбов

1. Воспрещается разгрузка столбов с железнодорожной платформы до полной остановки поезда.

2. Со стороны разгрузки столбов необходимо стойки спиливать постепенно и не ниже одного верхнего ряда уложенных столбов.

3. Воспрещается при разгрузке железнодорожных платформ сбрасывать столбы непосредственно на землю, разгружать их следует путём скатывания по двум прочно уложенным под верхний ряд столбов накатам.

4. Переноску столбов следует производить из расчёта не более 50 *кг* на одного рабочего. Переносят столбы на одноимённых плечах. Поднимать и сбрасывать столбы надлежит одновременно всем рабочим по команде одного.

Рытьё ям и установка опор

1. При рытье ям в слабых и мягких грунтах во избежание обвалов земли необходимо устанавливать крепящие распорки.

2. Всякие работы в ямах во время подъёма опор воспрещаются.

3. При подъёме опоры должны поддерживаться ухватами и баграми.

4. Во время прохождения поезда установка опор близ железнодорожного полотна воспрещается.

Подвеска проводов

1. Воспрещается проход пешеходов, проезд подвод и автомашин в тех пролётах, где производят подвеску.

2. Воспрещается подвеска проводов через железнодорожное полотно во время прохода поезда.

3. Поднимать провода на опоры следует при помощи удочек. Воспрещается поднимать вручную на опоры тяжёлую арматуру (траверсы, связанные в пачку, изоляторы и т. п.). Поднимать тяжести следует удочкой или лебёдкой после надёжного и устойчивого укрепления рабочего на опоре.

Работа на опорах

1. Работать на опорах без надёжного закрепления предохранительных поясов воспрещается.

2. Влезать на вновь установленные опоры разрешается только после окончательной утрамбовки земли.

3. Воспрещается: влезать на угловые опоры и производить на них работы с внутренней стороны угла, работать на одном когте с упором другой ноги в столб, с расстёгнутым предохранительным поясом или с неукреплёнными на ногах ремнями когтей.

4. Сменяемую опору, освобождённую от проводов, при рытье около неё ямы для новой опоры следует укреплять баграми.

Работа на лестницах

1. Высота лестницы должна соответствовать характеру работы. Надвязка лестниц не допускается.

2. Высота лестницы должна быть такой, чтобы работающий мог вести свою работу, став на лестнице не выше предпоследней ступени.

3. Лестницы должны иметь наконечники в виде остроконечных стальных упоров.

4. Лестницы, предназначенные для работы с проводами, в верхней своей части должны иметь крючки.

5. На лестницах не должно быть нашитых ступеней.

Работа с проводами связи при пересечении их с проводами сильного тока и высокого напряжения

1. Все работы с проводами связи в местах пересечения или сближения с линиями высокого напряжения должны производиться только под непосредственным руководством производителя работ или ответственного технического руководителя.

2. Воспрещается прикосновение проводами связи, руками, инструментом или приспособлениями для работы к проводам линий высокого напряжения, а также к защитным и отбойным тросам.

3. Воспрещается подниматься на опоры и конструкции линий высокого напряжения.

4. Работы следует производить в резиновых галошах и перчатках.

5. Ручки всех инструментов должны быть изолированы.

6. Воспрещается перебрасывать подвешиваемые провода через провода сильного тока.

7. При поражении электрическим током следует руководствоваться указаниями о подаче первой помощи.

8. Находиться под проводами высокого напряжения при приближении грозы и во время грозы воспрещается.

9. Участки линий связи или СЦБ, где имеется сближение с действующими линиями высокого напряжения, должны ограждаться с двух сторон переносными барьевыми разрядниками.

10. При падении в районе работ подвешиваемых проводов на провода высокого напряжения или при падении проводов высокого напряжения на подвешиваемые провода или при их обрыве и падении на землю работы прекращаются, а о случившемся немедленно сообщается персоналу того предприятия, которому принадлежит устройство сильного тока.

Сварка проводов

1. Разрезанный для сварки провод должен находиться ниже лица раздельщика или сварщика.

2. Все работы по сварке проводов должны производиться в защитных очках.

3. Работы по электросварке на земле, а также в сырую погоду на лестницах должны производиться в резиновых перчатках и галошах.

4. Все контакты и выключатели первичной цепи сварочного агрегата должны иметь надёжную изоляцию, а все металлические части сварочного агрегата (кожух, бензиновый двигатель и т. п.) заземляться.

5. Воспрещается сваривать провода при приближении грозы и во время грозы.

6. При термитно-муфельной сварке сварщик, работающий на лестнице, должен брать с собой только то количество шашек, которое ему необходимо для сварки без перестановки лестницы.

7. Коробки с запасом шашек и термоспичек (обязательно закрытые) должны оставляться внизу, на расстоянии не менее 5 *м* от установленной лестницы.

8. Перед зажиганием термоспичек и термитно-муфельной шашки сварщик обязан надеть на глаза предохранительные очки и не снимать их до конца горения шашки.

9. При зажигании шашки и в процессе её горения сварочные клещи должны находиться на уровне пояса сварщика.

10. Сварщик должен следить за тем, чтобы внизу под свариваемыми проводами не было людей, а также, чтобы падающие искры и осколки разбитого или лопнувшего муфеля не вызывали загорания сухой травы, посевов и т. п.

Пропитка (консервация) столбов

1. Рабочим, занятым на работах по пропитке столбов и при работах с пропитанными столбами, должно быть разъяснено, что вещества, употребляемые при пропитке столбов (креозот, уралит и т. п.), опасны (раздражают кожу работающего, а попадая в организм, могут вызвать отравление).

2. Для защиты от антисептиков перед едой необходимо обязательно мыть руки.

3. При работе кистями по обмазке столбов должна соблюдаться осторожность, чтобы брызги пасты и растворов антисептиков не попадали на лицо и глаза.

4. Работы с антисептиками должны производиться в защитных очках. Пропитка должна осуществляться в соответствующей спецодежде —брезентовом или бумажном костюме, брезентовых рукавицах, сапогах или ботинках.

5. Креозот должен храниться в железных бочках с обручами и с пробкой на резьбе. Ёмкость бочки должна быть не более 250 *л*.

6. Рабочие должны быть предупреждены об огнеопасных свойствах креозота и его паров.

7. Разведение костров и зажигание огня в местах хранения креозота и в местах, где обмазывают столбы креозотом, воспрещаются.

8. При работах на холоде загустевшую и замёрзшую пасту нельзя разогревать в котелках или бидонах на огне. Пасту следует разогревать путём добавления горячей воды или опускания в горячую воду сосуда с пастой.

Транспортировка и прокладка кабеля

1. Для погрузки и выгрузки барабанов с кабелем должны устраиваться специальные настилы.

2. При перекатке барабанов по земле число рабочих должно быть таким, чтобы на каждого рабочего приходилось не более 80 *кг* веса барабана. При ручной размотке и переноске вес кабеля, приходящийся на одного рабочего, не должен превышать 35 *кг*.

3. При прокладке подводных кабелей должны быть приготовлены спасательные средства.

4. При протягивании кабеля в канализации, перед спуском рабочих в кабельные

колодцы, необходимо убедиться в отсутствии в колодце газов, могущих вызвать взрыв или отравление.

5. Во время монтажа кабелей запас бензина для паяльной лампы должен храниться в герметическом бидоне вне палатки.

6. Лампы для работы в кабельном колодце разжигают не ближе 2 *м* от колодца или шахты.

7. Воспрещается доливка горючего в горящую или неостывшую лампу.

8. Разогревание и переноска котелка с приноем, а также запайка свинцовых муфт должны производиться в защитных очках и рукавицах.

9. Кабельная масса должна разогреваться в железной кастрюле с крышкой и носиком. Нельзя разогревать невскрытые банки с кабельной массой как непосредственно на жаровне, так и в кастрюле.

10. Подготовку, разогрев и снятие с жаровни кастрюли, а также заливку муфт производят в брезентовых рукавицах и предохранительных очках.

11. Кастрюли с горячей массой нельзя передавать из рук в руки, а для передачи необходимо кастрюлю ставить на землю.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Акульшин П. К. и др. Теория связи по проводам. Связьиздат, М., 1940.
2. Акульшин П. К. Скрещивание телефонных цепей. 2-е изд. Связьиздат, М., 1947.
3. Баев Н. А. и Новиков В. А. Телефонирование по воздушным линиям связи. Связьрадиоиздат, М., 1938.
4. Гончуков В. И. Памятка электромеханику и монтёру связи по работе в зимних условиях. Трансжелдориздат, М., 1951.
5. Грачёв И. С. и Нефёдов В. М. Малая механизация трудоёмких работ на линиях связи и СЦБ. Трансжелдориздат, М., 1950.
6. Гроднев И. И. и Ефимов И. Е. Провода и кабели связи с полихлорвиниловой изоляцией. Связьиздат, М., 1950.
7. Гроднев И. И. и Миллер Б. Ф. Кабели связи. Госэнергоиздат, М., 1950.
8. Ершов И. М. Защита подземных сооружений от коррозии, вызываемой блуждающими токами. Трансжелдориздат, М., 1948.
9. Ефимов В. А. и Каргашинский А. Д. Прокладка и монтаж кабелей СЦБ. Трансжелдориздат, М., 1947.
10. Инженерно-технический справочник по электросвязи, т. IV. Воздушные и кабельные линии связи. Связьиздат, М., 1945.
11. Инструкция по скрещиванию телефонных цепей воздушных линий связи. Связьиздат, М., 1947.
12. Кулешов В. Н. Теория кабелей связи. Связьиздат, М., 1950.
13. Михайлов М. И. и Азбукин П. А. Воздушные и кабельные линии связи и их защита. Ч. III, Связьиздат, М., 1940.
14. Правила защиты подземных металлических сооружений от коррозии блуждающими токами. Трансжелдориздат, М., 1948.
15. Правила ограждения сооружений связи и сигнализации от вредного действия установок сильного тока. Связьиздат, М., 1943.
16. Правила защиты устройств проводной связи от мешающего действия контактной сети электрических железных дорог постоянного тока. Трансжелдориздат, М., 1948.
17. Руководство по симметрированию кабелей связи. Связьиздат, М., 1947.
18. Руководство по ремонту воздушных линий связи. Связьиздат, М., 1942.
19. Руководство по прокладке и монтажу междугородных кабелей связи. Связьиздат, М., 1948.
20. Руководство по технической эксплуатации и ремонту междугородных кабельных сооружений связи. Связьиздат, М., 1948.
21. Семёнов А. И. Монтаж междугородных и городских кабелей связи. Связьиздат, М., 1951.
22. Снарский А. А., Кожухов Г. К. и Пустовойтов Л. Ф. Руководство электромеханику и монтёру линейного околотка связи. 3-е перераб. и доп. изд. Трансжелдориздат, М., 1950.
23. Снарский А. А. Высоковольтно-сигнальные линии автоблокировки и их постройка. Трансжелдориздат, М., 1947.

СИГНАЛИЗАЦИЯ, ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ, БЛОКИРОВКА

*

ОБЗОР РАЗВИТИЯ СЦБ НА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

Старейший сигнал на железных дорогах—семафор — был заимствован из установок так называемого «оптического» или «семафорического» телеграфа; подобное предложение было сделано ещё в 1794 г. замечательным русским изобретателем-самоучкой Кулибиным.

Семафор как путевой сигнал вскоре вытеснил на железных дорогах первоначальную сигнализацию посредством шаров (днём) и огней (ночью).

В 1885—1886 гг. по оригинальным разработкам проф. Якова Николаевича Гордеенко (1851—1922 гг.), являющегося основоположником и творцом отечественных систем централизации и блокировки, были оборудованы устройствами взаимного замыкания стрелок и сигналов станции Саблино на бывшей Николаевской железной дороге и Кошедары на бывшей СПБ-Варшавской железной дороге. Я. Н. Гордеенко далее разработал оригинальные системы путевой и станционной блокировки, а также всю аппаратуру для них.

Я. Н. Гордеенко явился также пионером в области научных исследований работы гибких тяг для управления стрелками и сигналами. Эти работы в дальнейшем были продолжены проф. М. И. Вахниным.

Оригинальные системы простейших устройств, обеспечивающих контроль положения и запирание стрелок (контрольные замки), были предложены рядом русских изобретателей (В. С. Мелентьев, Ф. Г. Матросов и др.). Маршрутно-контрольными устройствами системы лауреата Сталинской премии Е. Е. Наталевича и системы В. А. Григорова в настоящее время оборудованы тысячи станций.

Большие усовершенствования в устройствах механической централизации произошли при разработках централизации с увеличенной дальностью управления. Успеху этих разработок содействовало динамометрирование работы тяг специальным прибором (динамометром).

Следует отметить новые типы компенсаторов, рычагов, шкивов для удалённого управления с применением подшипников качения; весьма оригинальна конструкция рычагов, предложенных инж. Евдокимовым.

В области средств сношений по движению поездов отечественными изобретателями много сделано в отношении развития как жезловой системы, так и в полуавтоматической и особенно автоматической блокировки.

С 1925 г. оригинальная электрожезловая система советского изобретателя Д. С. Трегера, признанная типовой для сети советских железных дорог, полностью вытеснила английскую импортную систему жезловых аппаратов Вебб-Томсона и Смиса.

В области полуавтоматической блокировки советскими изобретателями созданы новые системы путевой блокировки (профессор Я. Н. Гордеенко —четырёхочковая однопутная Электротреста заводов слабого тока, двухпутно-однопутная по предложению Д. П. Борисова и М. И. Вахнина, релейные— Д. П. Борисова, а также Б. С. Рязанцева, Н. М. Степанова и др.).

Следует особо отметить отечественных изобретателей рельсовых педалей для путевой полуавтоматической блокировки (системы Ф. Г. Матросова и И. Д. Лыкова).

Особенно много нового внесено в созданные впервые при советской власти устройства автоблокировки. Начиная с 1930 г., разработаны и внедрены системы прожекторных светофоров типов ПС-45 — ТССП, ПС-ЦНИИ (по предложению инж. Пушкарёва); новые оригинальные схемы автоблокировки системы А. М. Брылеева и Н. М. Фонарёва, кодовая автоблокировка с полярным и числовым кодом по предложению И. М. Кутьина, А. М. Брылеева, Н. М. Фонарёва и А. В. Шишлякова.

Особой оригинальностью отличается новая система индуктивно-резонансного автостопа, разработанная в ЦНИИ лауреатом Сталинской премии А. А. Танцюра.

Первые разработки системы непрерывного автостопа с локомотивной сигнализацией были сделаны в НИИЖТ под руководством Г. Д. Тишиа. В этой системе впервые применён числовой код, в большей степени обеспечивающий безопасность движения по сравнению с системами, применяемыми в заграничной практике.

Дальнейшие усовершенствования автостопа с локомотивной сигнализацией проведены в ЦНИИ под руководством лауреатов Сталинской премии А. М. Брылеева и Н. М. Фонарёва при участии инж. А. В. Шишлякова.

При советской власти созданы новые эффективные системы электрической централизации: маршрутная—по предложению лауреата Сталинской премии А. А. Кускова, релейно-шаговая системы инж. Б. Н. Пушкарёва, автоматическая для горок системы Брылеева и Фонарёва, удостоенная Сталинской премии; релейно-кодовая системы ТССП.

Новые устройства по механизации горок были разработаны проф. Н. О. Рогинским, В. Д. Ратниковым и др.

Диспетчерская централизация нашла применение на железных дорогах СССР благодаря трудам проф. Н. В. Лупала, доцента А. А. Павлова, инж. Н. В. Старостиной, П. Н. Жильцова и др.

В это же время была разработана в лаборатории СЦБ ЦЛПС, руководимой проф. М. И. Вахниным, первая в СССР релейная централизация с центральными зависимостями для станции Гудермес; разработка была проведена проф. Н. В. Лупалом, инж. Б. И. Ароновичем, Б. К. Щукиным и др.

Большая заслуга в области новых разработок СЦБ принадлежит коллективам работников ЦНИИ МПС, ТССП, кафедрам автоматики и телемеханики, ЛЭТИИЖТ, заводов «Транссигнал», имени Казицкого и др.

КЛАССИФИКАЦИЯ И НАЗНАЧЕНИЕ УСТРОЙСТВ СЦБ

Основное определение. Устройствами сигнализации, централизации и блокировки (сокращённо устройствами СЦБ) называют технические средства, имеющие целью обеспечение безопасности движения на железнодорожном транспорте и повышение пропускной способности перегонов и участков железных дорог и перерабатывающей способности железнодорожных станций.

Значение устройств СЦБ железнодорожного транспорта. Устройства СЦБ, обеспечивая безопасность движения и повышая пропускную способность железных дорог, путём механизации и автоматизации операций, выполняемых при движении поездов и маневровой работе, позволяют осуществить заданные перевозки при меньшем числе локомотивов и вагонов, а также при меньшем числе работников, занятых в производстве, и при меньшей затрате труда с их стороны. Таким образом, с введением устройств СЦБ повышается производительность труда, снижаются эксплуатационные расходы и достигается более высокий уровень культуры производства.

Основное требование, предъявляемое к устройствам СЦБ. Все устройства СЦБ при повреждениях должны приходить в такое состояние, при котором не могла бы возникнуть опасность для движения поездов; например, семафоры и светофоры при повреждении их самих или соответствующих устройств, служащих для управления ими, должны автоматически принимать заграждающее положение.

Классификация устройств СЦБ по месту применения:

1) сигнальные устройства, применяемые и на станциях и на перегонах;

2) централизационные устройства, применяемые на станциях;

3) блокировочные устройства, применяемые на перегонах.

К первой группе относятся сигнальные приборы — светофоры, семафоры, поворотные диски и щиты; ко второй — централизация стрелок, сигналов и приборов путевого заграждения, станционная блокировка, устройства для запирания и контроля положения стрелок, маршрутно-контрольные устройства, вагонные замедлители; к третьей — путевая блокировка, электрожезловая система, автостопы, авторегулировка, локомотивная сигнализация, переездная сигнализация.

Как правило, устройства, входящие в каждую из указанных групп, тесно увязываются друг с другом, и отнесение их к той или иной группе является условным.

Классификация устройств СЦБ по наличию элементов автоматики. Устройства СЦБ по наличию элементов автоматики разделяют на неавтоматические, полуавтоматические и автоматические.

Устройства СЦБ в процессе своего развития всё более и более насыщаются элементами автоматики и телемеханики.

СИГНАЛИЗАЦИЯ

НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ СИГНАЛОВ

На железнодорожном транспорте сигналы применяют для обеспечения безопасности и регулирования движения поездов. По всей сети железных дорог СССР действуют только сигналы, утверждённые министром путей сообщения.

Применяют следующие виды сигналов:

а) по способу восприятия — видимые и звуковые;

б) по времени применения — дневные, ночные, круглосуточные;

в) по способу применения — постоянные и переносные.

В данном разделе рассматриваются только постоянные сигналы.

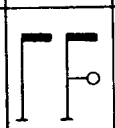
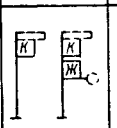
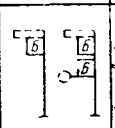
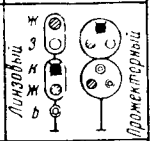
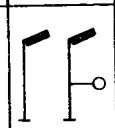
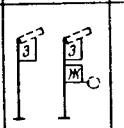
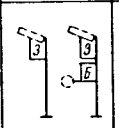
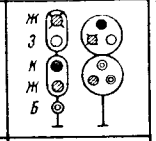
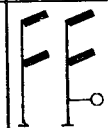
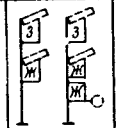
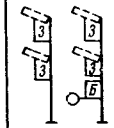
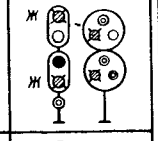
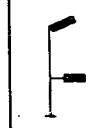
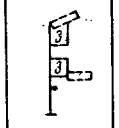
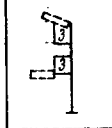
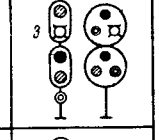
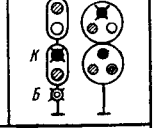
Значение постоянных сигналов днём и ночью и их сигнальные показания приведены в табл. 1.

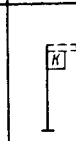
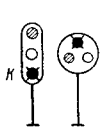
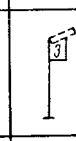
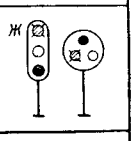
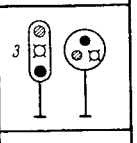
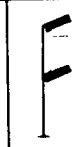
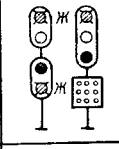
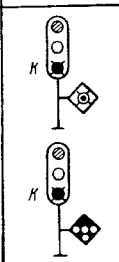
Постоянными сигналами являются светофоры, семафоры, диски и локомотивные сигналы, установленные в будке машиниста.

Светофоры устанавливают на участках, оборудованных автоблокировкой, на раздельных пунктах, оборудованных электрической

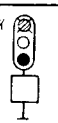
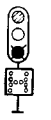
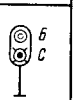
Таблица 1

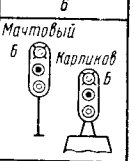
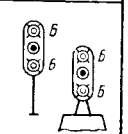
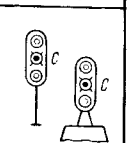
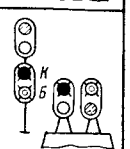
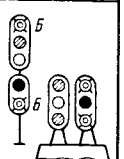
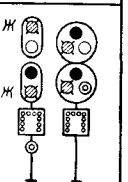
Постоянные сигналы и их показания

Назначение сигналов	Значение подаваемого сигнала	Показание: Семафора, диска, щита — Днем	Показание: Семафора, диска, щита — Ночью: В сторону машиниста	Показание: Семафора, диска, щита — Ночью: В сторону станции	Светофора днем и ночью
1	2	3	4	5	6
Входной и маршрутный сигналы; сигналы прикрытия	Стой, не проезжая сигнала				
	Приём на главный путь с остановкой				
	Приём на боковой путь с остановкой				
	Пропуск по главному пути без остановки				
	Приём при закрытом входном светофоре со скоростью не свыше 15 км/час по пригласительному белому огню (красный огонь может не гореть)				
	Дополнительно к сигналам, приведённым в табл 1, вводятся: при автоблокировке на входном сигнале и наличии на станции маршрутных светофоров - одновременно горящий жёлтый с зелёным огнем; на выходных - одновременно горящий жёлтый с зелёным огнем при отправлении на ответвление; на проходном - одновременно горящий жёлтый с зелёным огнем при 4-значной автоблокировке				

Назначение сигналов	Значение подаваемого сигнала	Показание: Семафора, диска, щита — Днем	Показание: Семафора, диска, щита — Ночью: В сторону машиниста	Показание: Семафора, диска, щита — Ночью: В сторону станции	Светофора днем и ночью
1	2	3	4	5	6
Выходной, проходной и маршрутный сигналы	Стой, не проезжая сигнала			Входные и проходные сигналы контрольных огней не имеют. Если пост находится за сигналом, на выходном семафоре устанавл. контр. белый огонь	
	Путь свободен на протяжении только одного блок-участка				
	Путь свободен на протяжении не менее двух блок-участков				
	Разрешается отправиться со станции на ответвленный путь				
Проходной светофор	Разрешается тяжеловесному товарному поезду проследовать закрытый светофор без остановки со скоростью не свыше 15 км/час по пермиссивному сигналу в виде синего огня или буквы Т из отражательных элементов (С готовностью остановиться в любой момент, если встретится препятствие для дальнейшего движения)				

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
Предупредительный диск или светофор (двухзначный светофор ставится перед входным сигналом на станциях без автоматической блокировки, но с электрической централизац.)	Входной семафор (светофор) закрыт				
	Входной (проходной) семафор (светофор) открыт				
Горочные светофоры	Вперёд на горку с установленной скоростью				
	Вперёд на горку с пониженной скоростью				
	Стой				
	Осадить вагоны с горки назад на приёмные пути				
Маневровые сигналы для маневров в данном районе	Запрещается производство маневров в данном районе (сигналы видны с обеих сторон)				
	Разрешается производство маневров в данном районе (сигналы видны с обеих сторон)				

1	2	3	4	5	6
Маневровые сигналы для маневровых маршрутов на станциях с электрическ. централизац.	Разрешается маневровое передвижение с пониженной скоростью и проезд красных огней выходных светофоров в районе маневров (при движении на занятую сенцию или по незапертым стрелкам)				
	То же с повышенной скоростью (при движении по запертым стрелкам на свободную секцию)				
	Запрещается маневровое передвижение				
Маневровый сигнал, совмещённый с выходным	Разрешается проследовать светофор маневровым порядком				
	Разрешается маневровое передвижение с повышенной скоростью				
Входной с маршрутным указателем	Приём на боковой путь с остановкой и указанием парка приёма горящими белыми лампами на маршрутном указателе				

централизацией, и на других раздельных пунктах, при наличии надёжного электропитания.

Семафоры применяют на участках, оборудованных независимо действующей сигнализацией, с полуавтоматической блокировкой, и на раздельных пунктах с маршрутно-контрольными устройствами и с механической централизацией.

Предупредительные диски устанавливают перед входными и проходными семафорами при плохой видимости последних на расстоянии тормозного пути.

Локомотивные сигналы применяются на участках, оборудованных устройствами авторегулировки; они являются основными при отсутствии напольных сигналов.

Сигналы подают три основных показания: а) сигнал остановки (стой); б) сигнал уменьшения скорости (тише); в) сигнал разрешения движения с установленной скоростью (путь свободен).

Соответственно этим показаниям приняты следующие сигнальные цвета:

а) красный, требующий остановки;

б) жёлтый, требующий снижения скорости;

в) зелёный, разрешающий движение с установленной скоростью.

ОСНОВЫ СИГНАЛЬНОЙ СВЕТОТЕХНИКИ

Безопасность следования поездов может быть обеспечена только при хорошей видимости сигналов с расстояния не менее тормозного пути: при автоматических тормозах не менее 800 *м*, а при ручном и смешанном торможении 1 200 *м*.

Видимость сигналов зависит от следующих факторов:

а) контрастности между воспринимаемым предметом (сигналом) и фоном, на котором он виден;

б) уровня яркости предмета (сигнала);

в) прозрачности промежуточной среды;

г) времени, в продолжение которого изображение предмета фиксируется в глазу, и пр.

С учётом основных свойств человеческого глаза расстояние L, на котором можно отчётливо распознать форму или положение сигнального тела, находят по формуле

$$L = \frac{h}{n} \cdot l,$$

где h — высота сигнального тела;

l — предельное фокусное расстояние глаза, равное 17 *мм*;

n — величина изображения на сетчатке, $n = \kappa \cdot 0{,}005$ *мм* (коэфициент запаса κ берётся 3—4 для крыла семафора, диска и выше 5—7—для сложных сигнальных форм).

С учётом κ формула примет вид

$$L = \frac{3\,400}{\kappa} h,$$

или же приближённо для простых сигнальных форм (крылья, щиты

$$L = 1\,000\, h, \qquad (1)$$

для сложных сигнальных форм (буквы, цифры индикаторов)

$$L = 500\, h. \qquad (2)$$

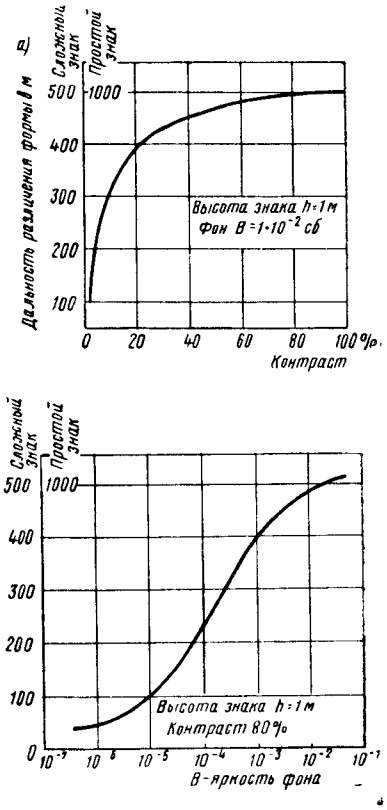
На видимость сигнала влияет контрастность по яркости или цвету между сигналом и окружающим фоном, учитываемая коэфициентом контрастности $\kappa_к$ (%)

$$\kappa_к = \frac{B_ф - B_з}{B_ф},$$

где $B_ф$ — яркость фона;

$B_з$ — яркость знака.

Зависимость L от коэфициента $\kappa_к$ и яркости фона $B_ф$ показана на кривых фиг. 1, *а*, *б*.



Фиг. 1. Кривые зависимости дальности различения формы сигнала от контрастности и яркости фона

Наибольшая контрастность достигается высококачественными красками для сигнальных тел, светлой окраской крыльев и дисков при тёмном фоне и тёмной окраской при светлом фоне.

Видимость также зависит от формы и размеров сигнального знака. При длине верхнего крыла семафора 1,8 *м*, достаточном контрасте и прозрачной атмосфере дальность видимости увеличивается до:

$$L = 1\,000 \cdot 1{,}8 \approx 1\,800\ м.$$

Видимость светофора или семафора (ночью) зависит от освещённости E, даваемой сигналь-

ным лучом, на зрачке наблюдателя, определяемой по формуле:

$$E = \frac{I}{L^2}\tau^L \cdot 10^{-6}\ лк, \qquad (3)$$

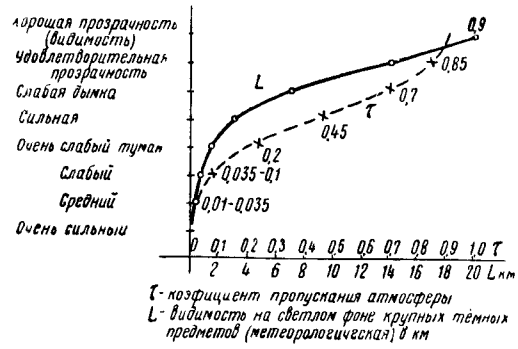
где I — сила света сигнального пучка;
L — расстояние сигнала от наблюдателя в *км*;
τ — коэфициент пропускания атмосферы на 1 *км*.

Расчётные значения E (в 10^{-6} *лк*) по данным ЦНИИ МПС приведены в табл. 2.

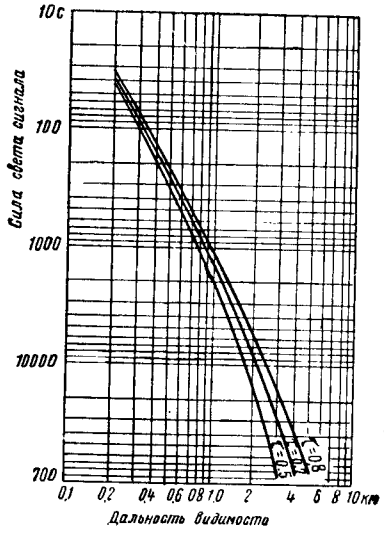
Таблица 2

Значение E

Цвет огня	Днём	Ночью
Красный	600	0,8
Жёлтый	1 200	2,0
Зелёный	900	1,2
Синий	800	1,0
Луино-белый	2 000	3



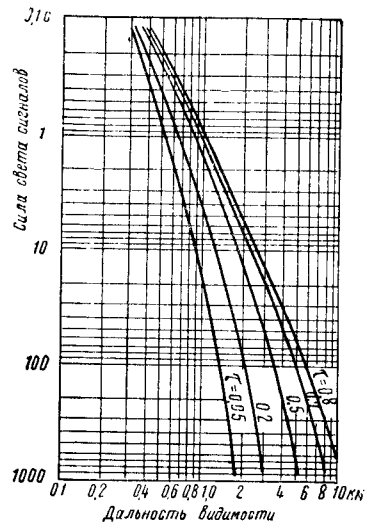
Фиг. 2. Коэфициент пропускания атмосферы



Фиг. 3. Номограмма для расчёта дневного зелёного огня

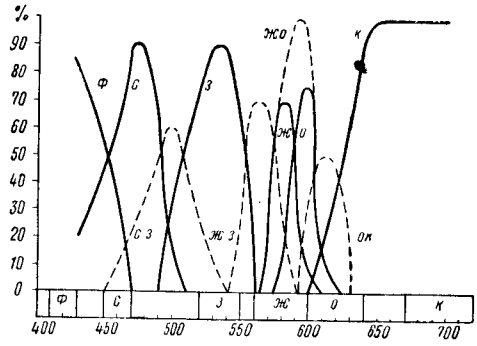
Изменение коэфициента пропускания атмосферы показано на фиг. 2. На основании формулы (3) строятся расчётные номограммы: для дневного зелёного сигнального огня (фиг. 3) и для ночного красного огня (фиг. 4).

Видимость сигналов зависит также от правильности выбора сигнальных цветов и окраски светофильтров. На основании работ Государственного оптического института по исследованию опознавания цветов построены



Фиг. 4. Номограмма для расчёта ночного красного огня

кривые фиг. 5. Из кривых видно, что наиболее чётко различаются спектральные цвета: красный *К*, зелёный *З*, синий *С*, жёлто-оранжевый *ЖО*, что подтверждает правильность выбора для железнодорожного транспорта сигнальных цветов: красного, зелёного, жёлтого (жёлто-оранжевого), синего и лунно-белого.



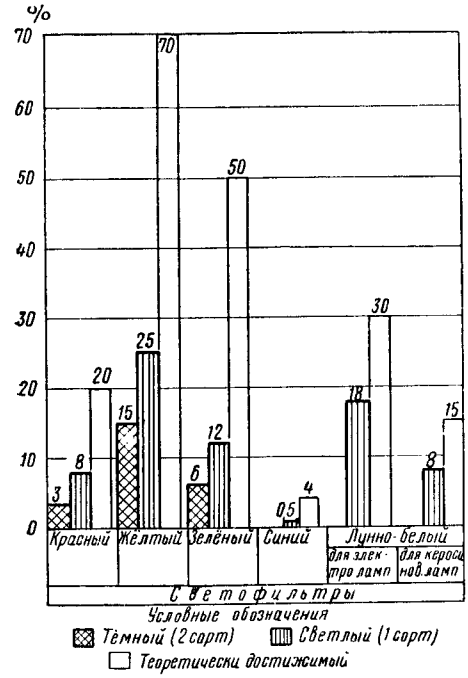
Фиг. 5. Кривые опознавания цветов

Цвет источника света характеризуется окраской светофильтров и цветовой температурой пламени или нити накала лампы (керосиновых ламп порядка 1900°, электрических светофорных ламп 2500—2700°).

Отфильтрование лучей от источника света светофильтрами характеризуется коэфициен-

том общего пропускания τ_{Σ}, равного отношению светового потока, прошедшего через светофильтр, ко всему падающему на него потоку и определяемому по кривым спектрального пропускания.

Коэфициенты общего пропускания (в %) для светофильтров основных сигнальных цветов при цветовой температуре 2400° приведены на графиках (фиг. 6).



Фиг. 6. Графики коэфициентов пропускания

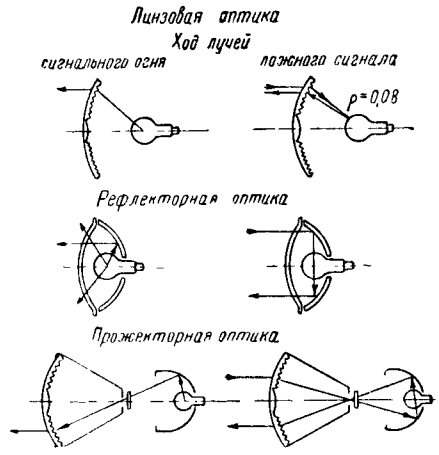
Новейшие образцы светофильтров при улучшении технологического процесса варки цветного стекла и при высококачественных красителях дают более высокие коэфициенты пропускания.

Светофильтры изготовляют из устойчивых материалов, не меняющих в течение 5 лет более чем на 5% своих свойств (цвета и коэфициента общего пропускания) от продолжительного воздействия дождя, колебаний температуры (в пределах от + 60° до —50°С), солнечного света и излучения лампы; поверхность их должна быть твёрдой, допускающей протирание тряпкой без оставления царапин на поверхности стекла. Заводские образцы светофильтров при приёмке проверяют на цвет калориметрами, а коэфициенты общего пропускания измеряют линейным фотометром по сравнению с образцовыми светофильтрами.

На железнодорожном транспорте применяют следующие оптические системы световых сигналов (фиг. 7):

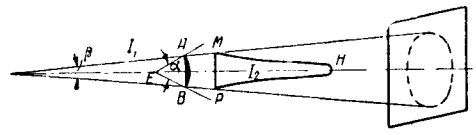
а) линзовую — из массивных или ступенчатых линз (в линзовых светофорах);

б) рефлекторную — из отражателя-рефлектора и защитного переднего стекла (в семафорах);



Фиг. 7. Оптические системы световых сигналов

в) комбинированную линзово-рефлекторную или прожекторную (в прожекторных светофорах).



Фиг. 8. Схема работы оптической системы

Работа оптической системы (фиг. 8) выражается уравнением

$$\frac{I_2}{I_1} = \kappa \frac{\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)}{\left(1 - \cos\frac{\beta}{2}\right)}, \qquad (4)$$

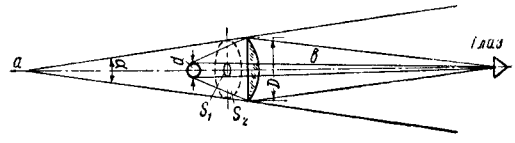
где I_2 — средняя сила света светового пучка;

I_1 — средняя сила источника света;

κ — коэфициент потерь на поглощение и отражение в линзе;

α — угол охвата линзы;

β — угол рассеяния линзы.



Фиг. 9. Работа оптической системы, снабжённой лампой с точечной нитью

Усиление оптической системы с источниками света в виде шарика приведено на фиг. 9.

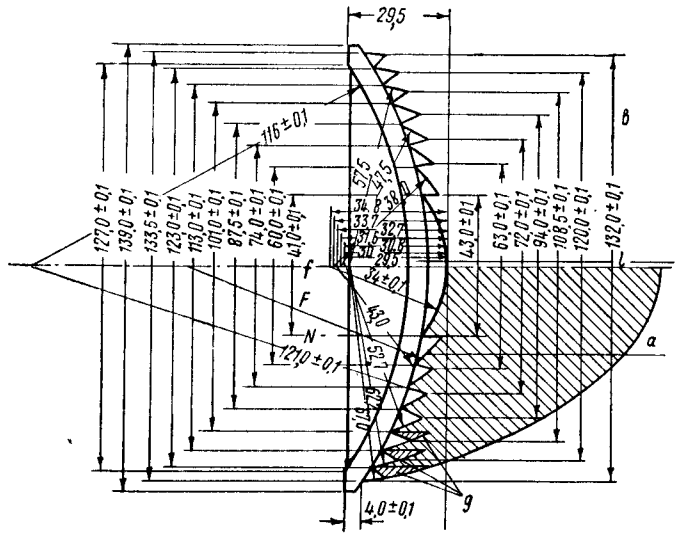
Оно характеризуется следующим уравнением:

$$y = \frac{I_2}{I_1} = \kappa \frac{D^2}{d^2}, \qquad (5)$$

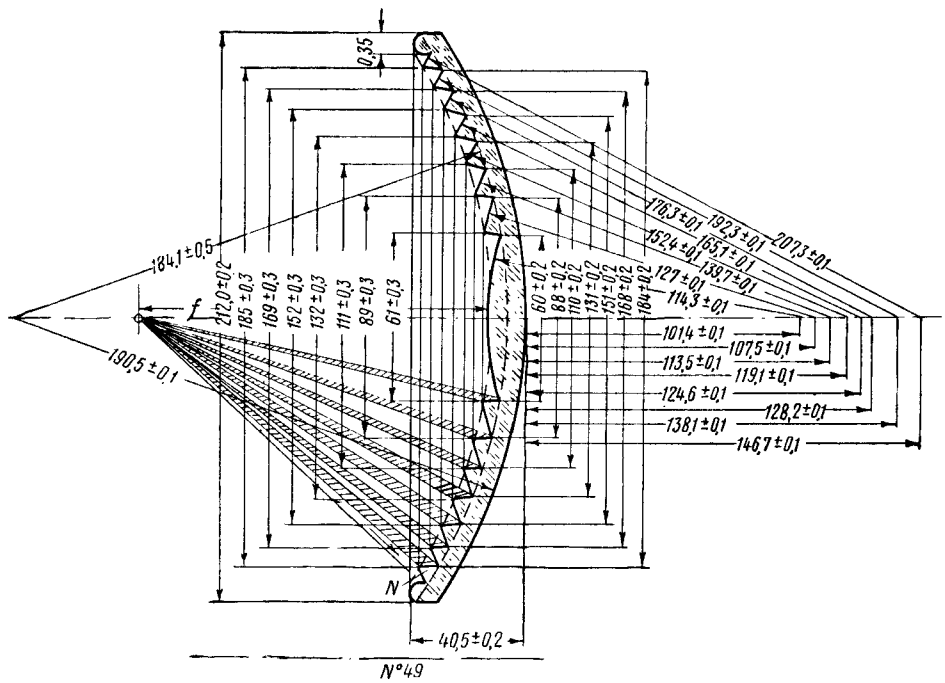
где D — диаметр линзы;
d — диаметр источника света.

Большее усиление оптической системы достигается увеличением диаметра оптики и уменьшением размеров светящегося тела источника света, т. е. применением ламп с точечной нитью накала.

Светофорные линзы с целью уменьшения поглощения в них и облегчения их делают ступенчатыми. Линзы со ступенчатой наружной поверхностью (фиг. 10) и внутренней ступенчатой поверхностью (фиг. 11) по оптическим свойствам аналогичны массивным линзам.



Фиг. 10. Линза со ступенчатой наружной поверхностью



Фиг. 11. Линза со ступенчатой внутренней поверхностью

ЛИНЗОВЫЕ СВЕТОФОРЫ

На железнодорожном транспорте широко применяют линзовые светофоры следующих типов:

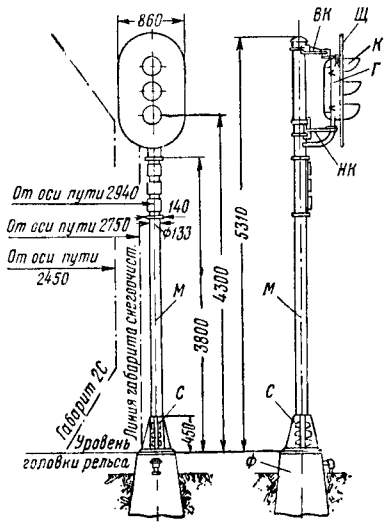
а) мачтовые (фиг. 12);

б) карликовые (фиг. 13);

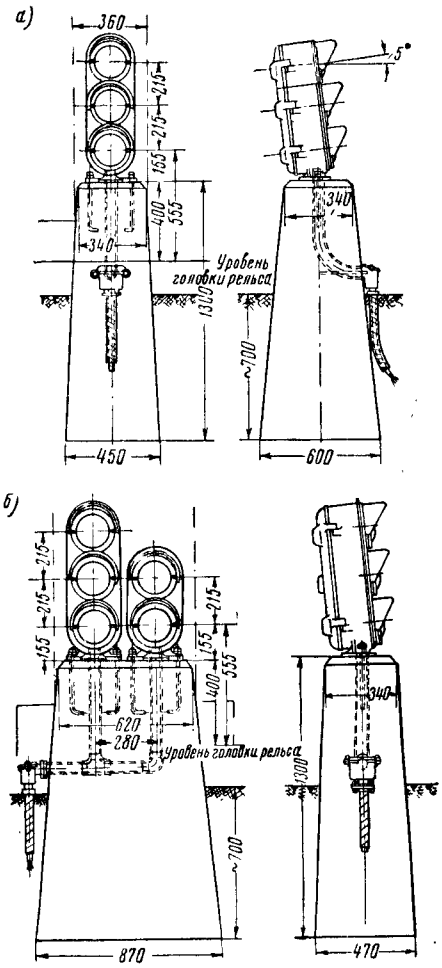
в) устанавливаемые на светофорных мостиках (фиг. 14);

г) устанавливаемые на консолях (фиг. 15).

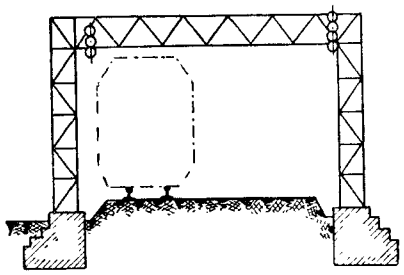
Основные части светофора (фиг. 12) следующие: фундамент $Ф$ (бетонный), стальная труба M диаметром 133 *мм*, головка $Г$ на три, два и один линзовый комплект (соответственно № 6177, 6178, 6179), стяжной стакан C (№ 7054), щиток для нумерации светофоров, колпачок для закрытия трубы M сверху, кронштейн верхний $ВК$ и нижний $НК$ для крепления головки к мачте, экранный щит $Щ$, козырьки $К$. Светофорная головка (фиг. 16) состоит из: корпуса с дверкой, линзовых комплектов *4*, разделённых друг от друга перегородками *6* с козырьками *2*, рассеивающими стёклами *3* и фарфоровыми клеммами *5*. К корпусу головки прикрепляется экранный щит.



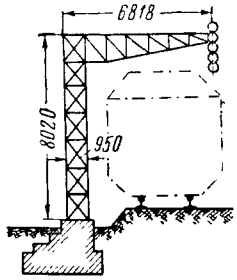
Фиг. 12. Мачтовый линзовый светофор



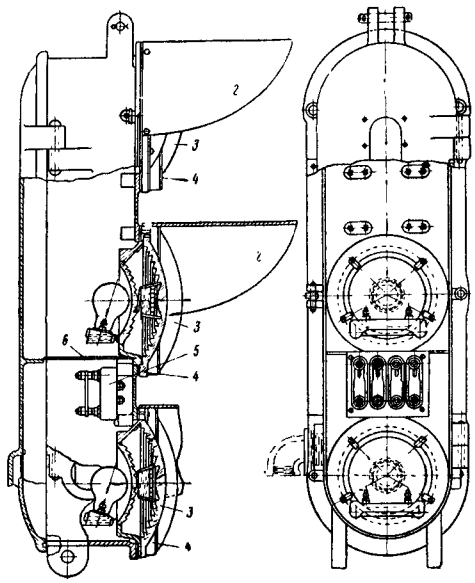
Фиг. 13. Карликовые светофоры: *а*—с одной головкой; *б*—сдвоенные



Фиг. 14. Светофорный мостик через два пути



Фиг. 15. Светофорный консольный мостик через 1 путь



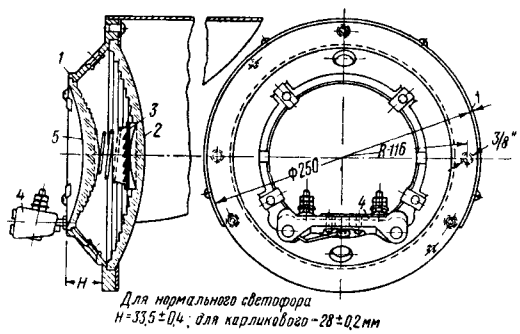
Фиг. 16. Светофорная головка

Таблица 3

Основные данные светофорных ламп

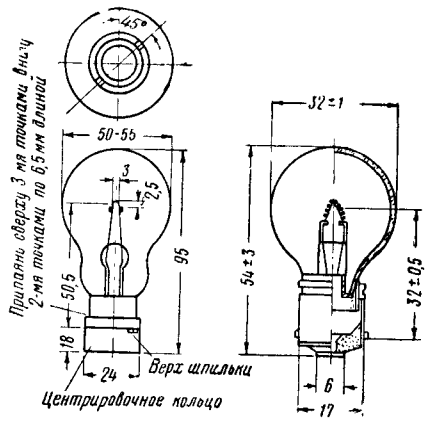
Напряжение в *в*	Мощность в *вт*			Световой поток в люменах	Средняя сферическая сила света в люменах	Световая отдача			Наибольшие размеры нити	
	номинальная	наименьшая	наибольшая			номинальная	наименьшая	наибольшая	ширина в *мм*	высота в *мм*
12	10	8,5	11,5	178,0	6,2	7,8	6,63	8,97	3,8	2,4
12	15	12,75	17,25	127,5	10,0	8,5	7,23	9,78	4,2	2,6
12	25	21,25	28,75	225,0	18,0	9,0	7,65	10,35	5,0	3,5

Линзовый комплект (фиг. 17) для большего усиления за счёт увеличения угла охвата имеет две основные линзы: *5* — цветную диаметром 139 *мм* с фокусным расстоянием f=68 *мм*, *2*—бесцветную линзу диаметром



Фиг. 17. Линзовый комплект

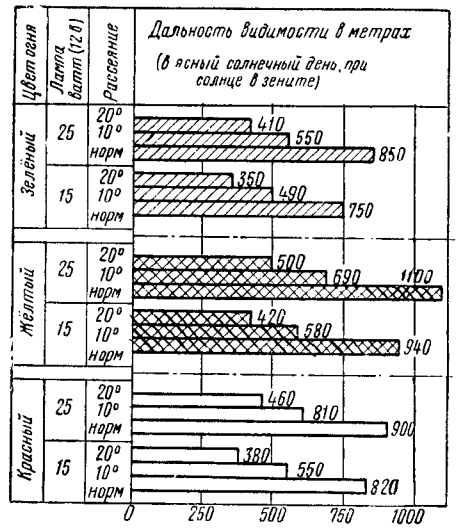
212 *мм* с f=130 *мм*, в карликовых светофорах линза *2* диаметром 166 *мм* с f= 103 *мм*. Линзы вставлены и закреплены в металлическом корпусе *1*, между линзами помещена отклоняющая вставка *3*, обеспечивающая видимость



Фиг. 18. Светофорная лампа

сигнального луча на расстоянии 10 *м* от сигнала. Лампу вставляют в ламподержатель *4*, снабжённый клеммами для подвода проводов. На кривых радиусом 900—2 500 *м* линзовый комплект дополняют рассеивающим стеклом, имеющим диаметр 228,5 *мм* и угол рассеяния 10°, а на кривых радиусом 250—900 *м* с углом рассеяния 20°.

Светофорные лампы (фиг. 18) изготовляют с короткой концентрированной нитью.



Фиг. 19. Дальность видимости светофоров

Электрические и световые характеристики ламп линзовых светофоров приведены в табл. 3.

Лампа укрепляется в патроне ламподержателя двумя шпильками на установочном кольце, напаянном на цоколь лампы, чем обеспечивается точное положение (с допуском до 0,5 *мм*) нити лампы по отношению к патрону и линзам.

Ориентировочная сила света линзовых комплектов указана в табл. 4.

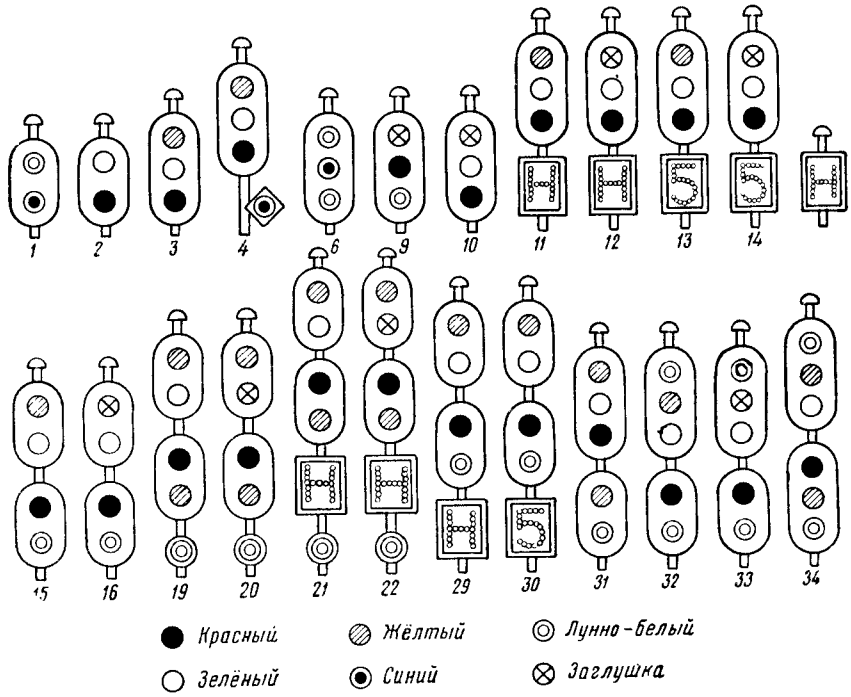
Таблица 4

Сила света линзовых комплектов

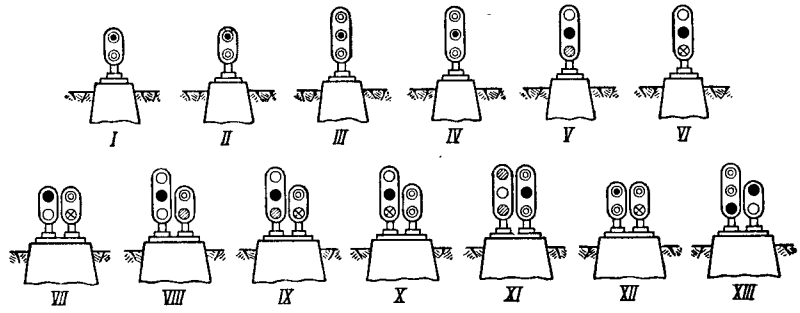
Цвет линзы	Сила света в свечах	
	при нормальной головке	при карликовой головке
Красный	500	300
Жёлтый	1 200	700
Зелёный	700	420
Синий	40	25
Лунно-белый	1 000	590

Дальность видимости светофорных огней разных цветов при лампах 15 и 25 *вт* с нормальными линзовыми комплектами показана на фиг. 19.

Типы применяемых на железных дорогах СССР линзовых мачтовых светофоров приведены на фиг. 20, карликовых светофоров на фиг. 21.



Фиг. 20. Типы мачтовых линзовых светофоров: *1* — маневровый; *2* — выходной на полуавтоматическую блокировку; *3* — выходной на автоблокировку; *4* — перегонный с пермиссивным сигналом; *6* — маневровый; *9* — ограждающий; *10* — выходной на полуавтоматическую блокировку; *11* — выходной с маршрутным указателем; *12* — выходной с маршрутным указателем; *13* — выходной на автоблокировку с маршрутным указателем отправления; *14* — выходной на полуавтоматическую блокировку с маршрутным указателем отправления; *15* — выходной на автоблокировку с маневровым сигналом; *16* — выходной на полуавтоматическую блокировку с маневровым сигналом; *19* — входной с пригласительным сигналом; *20* — входной на станцию с пригласительным сигналом; *21* — входной с маршрутным указателем парка приёма и пригласительным сигналом; *22* — входной на станцию с маршрутным указателем парка приёма и пригласительным сигналом; *29* — выходной с маршрутным указателем направления и маневровым сигналом; *30* — выходной групповой с маршрутным указателем пути отправления и маневровым сигналом; *31* — выходной на два направления; *32* — выходной на автоблокировку с маневровым сигналом; *33* — выходной на полуавтоматическую блокировку с маневровыми сигналами; *34* — выходной на два направления с маневровыми сигналами



Фиг. 21. Типы карликовых светофоров: *I* — маневровый; *II* — маневровый с приёмного пути; *III* — маневровый; *IV* — маневровый с приёмного пути; *V* — выходной с бокового пути на автоблокировку; *VI* — выходной с бокового пути на полуавтоматическую блокировку; *VII* — выходной с бокового пути на полуавтоматическую блокировку с маневровым сигналом; *VIII* — выходной с бокового пути на автоблокировку с маневровым сигналом; *IX* — выходной с бокового пути на автоблокировку с маневровым сигналом; *X* — выходной с бокового пути на полуавтоматическую блокировку с маневровым сигналом; *XI* — выходной с бокового пути с маневровым сигналом (на два направления); *XII* — маневровый при наличии приёма до сигнала; *XIII* — маневровый промежуточный

ПРОЖЕКТОРНЫЕ СВЕТОФОРЫ

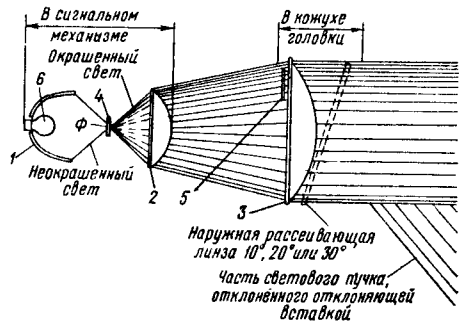
Прожекторный светофор является лучшим видом сигналов для применения на железнодорожном транспорте. Он обладает следующими преимуществами:

а) трёхзначная или четырёхзначная сигнализация осуществляется одной оптикой и лампой;

б) исключается появление ложных показаний;

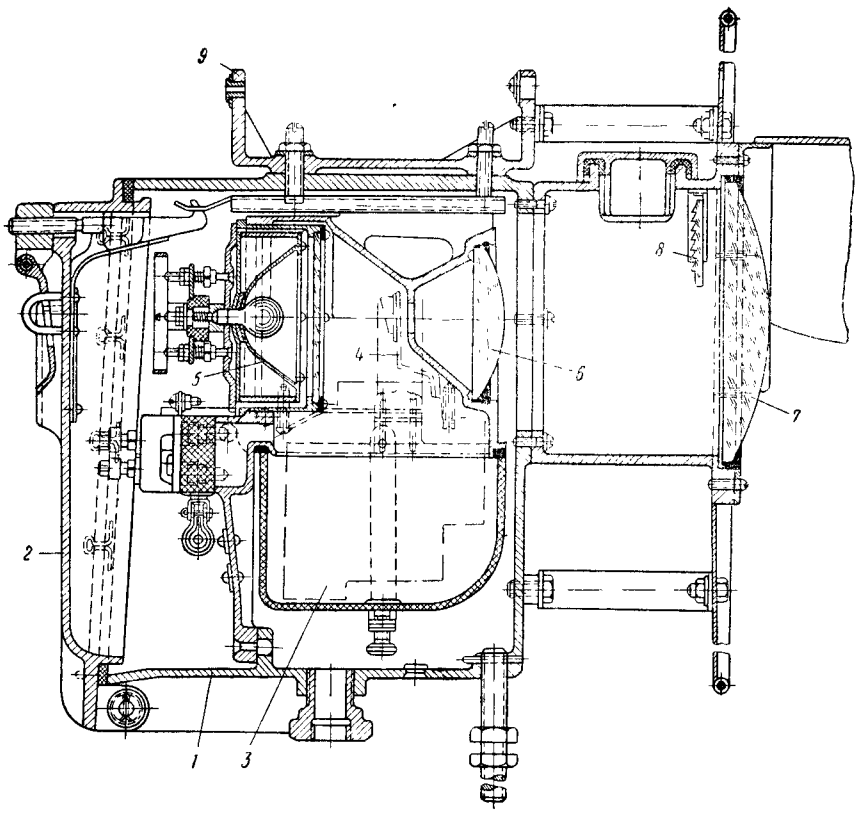
в) требуемая видимость сигнала получается при меньшей силе света и мощности электрической лампочки.

Оптическая система прожекторного светофора (фиг. 22) состоит из: эллиптического стеклянного, посеребрённого рефлектора *1*; двух плоскосферических шлифованных линз *2* диаметром 113 *мм* и *3* диаметром 212 *мм*; лампы *6*, расположенной в фокусе рефлектора; светофильтра *4* с тремя плоскими цветными стёклами диаметром 25 *мм*; отклоняющей вставки *5*. Лампа *6* на 5—10 *вт*, 10 *в*.



Фиг. 22. Оптическая система прожекторного светофора

товляют с двумя видами линз: а) плоско-выпуклыми шлифованными линзами — устанавливаются на перегонных, входных и выходных с главных путей светофорах; б) с линзами ступенчатыми — устанавливаются на маневровых и выходных с боковых путей светофорах.



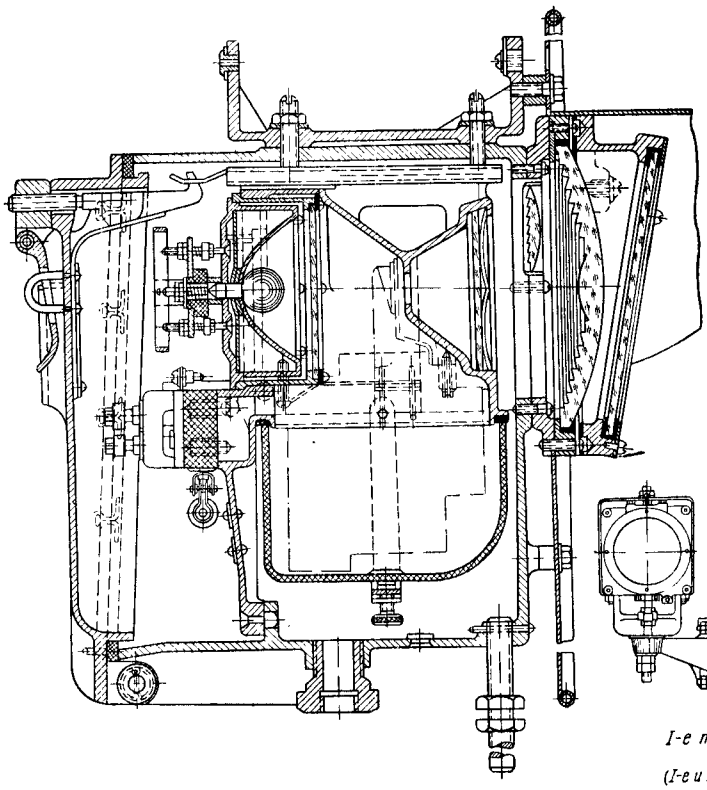
Фиг. 23. Прожекторный светофор ПС-45 со шлифованными линзами

Оптика прожекторного светофора даёт коэфициент использования светового потока 70 –80% вместо 30—35% у линзовых. Характеристика ламп прожекторного светофора дана в табл. 5.

В настоящее время на дорогах СССР наиболее широко применяют прожекторный светофор типа ПС-45, разработанный Трансигналсвязьпроектом. Головки прожекторных светофоров типа ПС-45 с 1948 г. изго-

Головка прожекторного светофора ПС-45 с плоско-выпуклыми шлифованными линзами (фиг. 23) имеет следующие части: чугунный корпус *1* с крышкой *2*, в котором помещён сигнальный механизм *3* с рамкой *4*, рефлектор *5*, плоско-выпуклые линзы *6* и *7*, отклоняющая вставка *8*, постоянное визирное приспособление *9*. Рамка *4* снабжается тремя свето-

фильтрами *К*, *Ж* и *З* и связывается с якорем поляризованного реле, которое перемещает рамку при возбуждении катушки током той или иной полярности.



Фиг. 24. Оптическая система светофора ПС-45 со ступенчатой оптикой

Головка прожекторного светофора ПС-45 со ступенчатой оптикой (фиг. 24) имеет те же части и отличается только применением ступенчатых линз.

Таблица 5

Характеристика ламп прожекторного светофора

Напряжение в *в*	Мощность в *вт*	Сила света (средняя сферическая) в свечах
10	5	3
10	10	8

Прожекторный светофор типа ПС-ЦНИИ-48, разработанный в ЦНИИ МПС по предложению инж. Пушкарёва, даёт четыре сигнальных показания в виде красного, жёлтого, зелёного и белого огней.

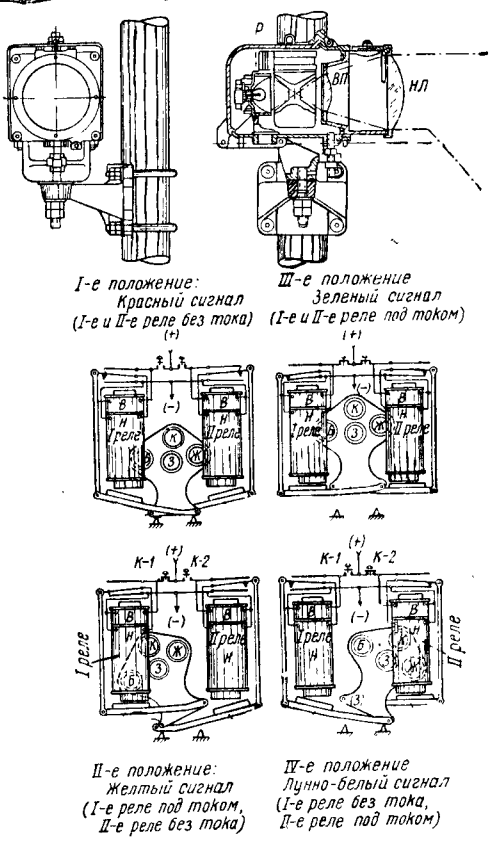
Принцип устройства и работы сигнального механизма светофора системы Пушкарёва показан на фиг. 25.

В табл. 5а приведены стандартные расположения огней прожекторных светофоров, применяемых на железных дорогах СССР.

Типы применяемых карликовых прожекторных светофоров приведены на фиг. 26.

Карликовые прожекторные светофоры (фиг. 27) имеют ту же оптическую систему, что и мачтовые светофоры со ступенчатой оптикой. Четырёхзначные маневровые сигналы изготовляют с одним прожекторным реле и одним линзовым комплектом, пяти- и шестизначные с двумя прожекторными реле.

Хорошая видимость светофоров достигается путём наводки их огней при помощи визирного прнбора. Точка наводки (диск на шесте) должна находиться на бровке полотна на расстоянии от светофора: а) 800 *м* на прямой и кривой с радиусом 2 500 *м* и более; б) 600 *м* на кривой с радиусом 900 — 2 500 *м*;



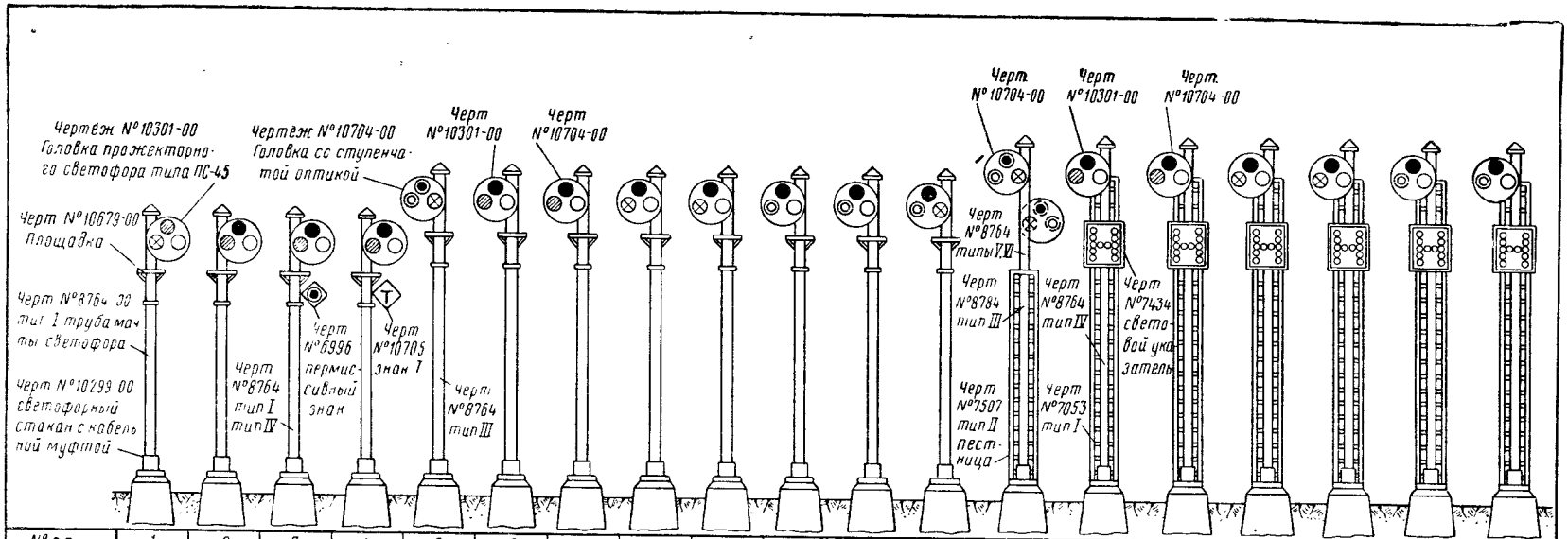
Фиг. 25. Прожекторный светофор ПС-48

в) 450 *м* на кривой с радиусом 250—900 *м*. Высота точки наводки должна быть 4,5—5 *м*.

Визирный прибор (фиг. 28) состоит из визирной зрительной трубки *Т*, кронштейна *К*, держателя для трубки *Т* распорной вставки *Р*. Наводку осуществляют в горизонтальной плоскости при помощи

Стандартное расположение огней прожекторных светофоров без шкафов

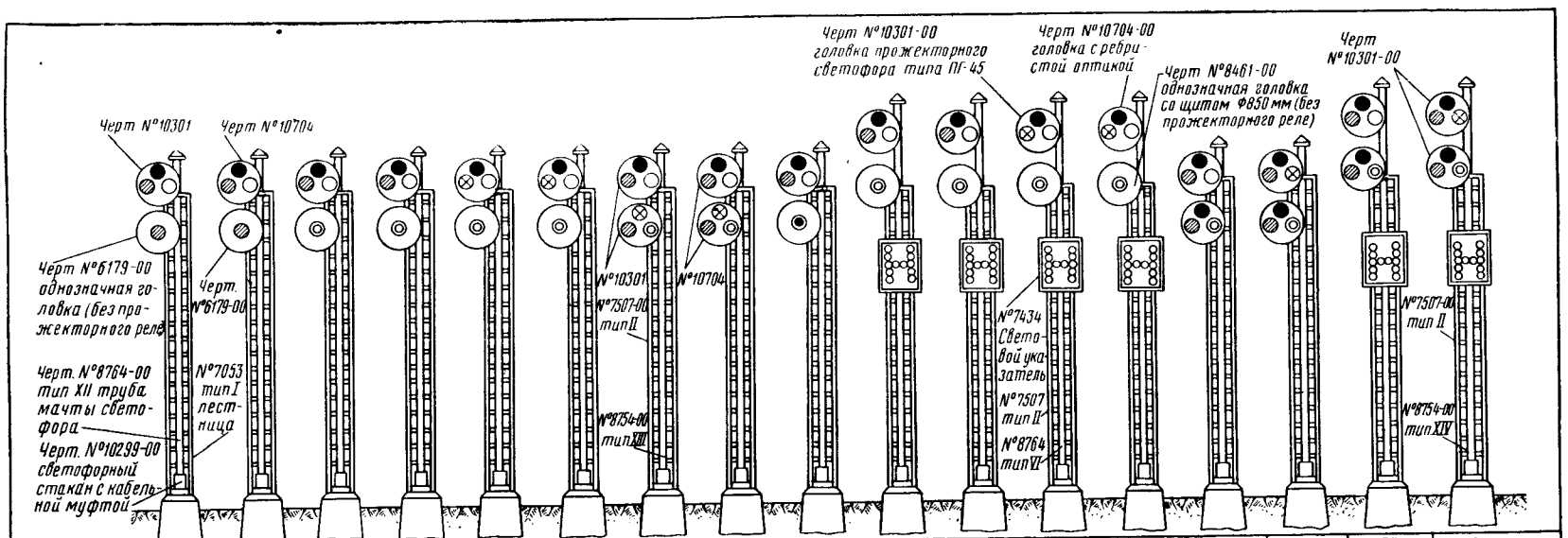
Таблица 5а



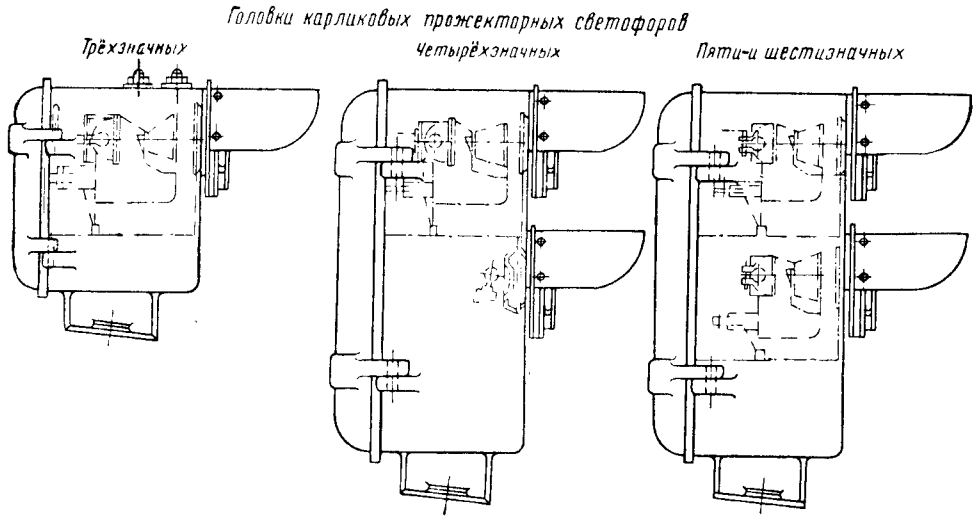
№ п.п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Тип расцветки	39	3	4	53	7	3	3	10	10	41	41	9	7/7	11	11	12	12	45	45
Тип линзы	Шлифованные				Ступенчатые	Шлифованные	Ступенчатые	Шлифованные	Ступенчатые	Шлифованные	Ступенчатые			Шлифованные	Ступенчатые	Шлифованные	Ступенчатые	Шлифованные	Ступенчатые
№ установочного чертежа	10681-00 10682-00		10683-00 10684-00	10685-00 10686-00	10687-00	10688-00	10687-00	10688-00	10687-00	10688-00	10687-00		10689-00 10690-00	10406-00	10691-00	10406-00	10691-00	10406-00	10691-00
Габарит установки	2-С и снегоочиститель				2-С								2-С и снегоочиститель	2-С					
Фундамент	10737-00 т I													10396-00 Тип II					

Наименование светофоров	Предупредительный	Перегонный	Перегонный с пермиссивным сигналом	Перегонный со знаком Т	Маневровый	Выходной на автоблокировку		Выходной на полуавтоматику (с ближайшей перспективой перехода на автоблокировку)		Выходной на полуавтоматику с маневровым огнем (без перспективы на автоблокировку)		Ограждающий	Маневровый (двухсторонний)	Выходной на автоблокировку со световым указателем		Выходной на полуавтоматику со световым указателем (с ближайшей перспективой перехода на автоблокировку)		Выходной на полуавтоматику со световым указателем и маневровым огнём (без перспективы на автоблокировку)	
						С главного пути	С бокового пути	С главного пути	С бокового пути	С главного пути	С бокового пути	С бокового пути		С главного пути	С бокового пути	С главного пути	С бокового пути	С главного пути	С бокового пути

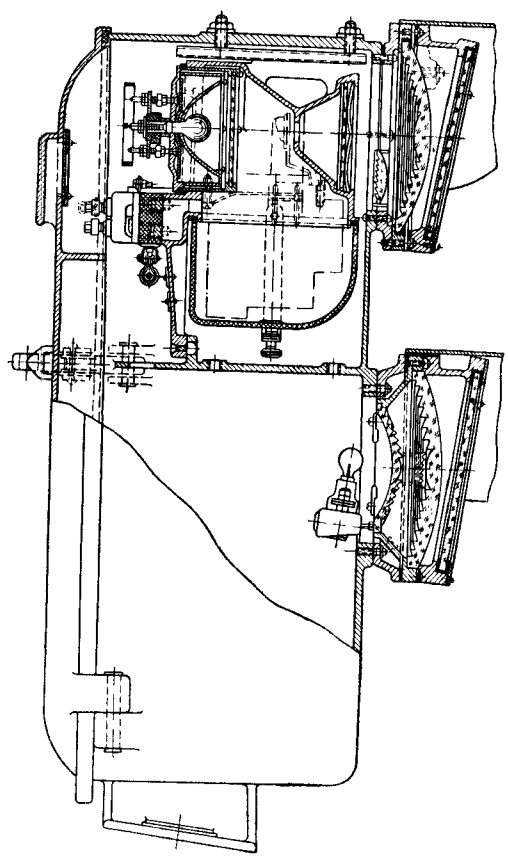
Продолжение табл. 5а



№ п.п.	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Тип расцветки	17	17	15	15	16	16	43	43	47	40	40	28	28	48	49	50	51
Тип линзы	Шлифованные	Ступенчатые	Шлифованные	Ступенчатые	Шлифованные	Ступенчатые	Шлифованные	Ступенчатые	Шлифованные		Ступенчатые	Шлифованные	Ступенчатые	Шлифованные			
№ установочного чертежа	10692-00	10693-00	10692-00	10693-00	10692-00	10693-00	10694-00	10695-00	10692-00	10408-00	10696-00	10408-00	10696-00	10694-00		10697-00	
Габарит установки	2-С									2-С				2-С и снегоочиститель			
Фундамент			10396-00 Тип II							10397-00 Тип III				10396-00 Тип II		10397 Тип III	
Наименование светофоров	Выходной на два направления		Выходной на автоблокировку с маневровым огнём		Выходной на полуавтоматику с маневровым огнём (с ближайшей перспективой перехода на автоблокировку)		Выходной на два направления с маневровым огнём		Проходной при отсутствии тормозного пути во выходного	Выходной на автоблокировку с маневровым огнем и световым указателем		Выходной на полуавтоматику с маневровым огнём и световым указателем (с ближайшей перспективой перехода на автоблокировку)		а) Входной для промежуточной станции	а) Входной на тупиковую станцию б) Маршрутный	а) Входной для промежуточной станции со световым указателем б) Маршрутный со световым указателем	а) Входной на тупиковую станцию со световым указателем б) Маршрутный со световым указателем
	С главного пути	С бокового пути	С главного пути	С бокового пути	С главного пути	С бокового пути	С главного пути	С бокового пути	С главного пути	С главного пути	С бокового пути	С главного пути	С бокового пути				



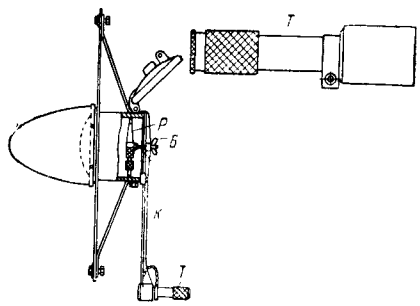
Фиг. 26. Типы карликовых светофоров



Фиг. 27. Карликовый прожекторный светофор

ижнего кронштейна и в вертикальной — ри помощи верхнего кронштейна головки ветофора.

Прожекторные светофоры наводят посредством постоянного визирного приспособления, имеющегося на их корпусе.



Фиг. 28. Визирный прибор

СВЕТОВЫЕ УКАЗАТЕЛИ (ИНДИКАТОРЫ)

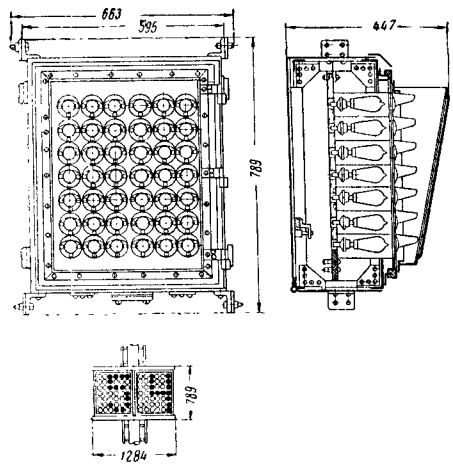
Дополнительные указания направлений или путей на выходных и входных светофорах станций даются цифрами или буквами на световых указателях.

Указатель (фиг. 29) состоит из прямоугольного кожуха с набором ламп и линзочек. Лампы 110—220 *в*, 25 *вт* в количестве 42 шт. дают любые цифры до 99.

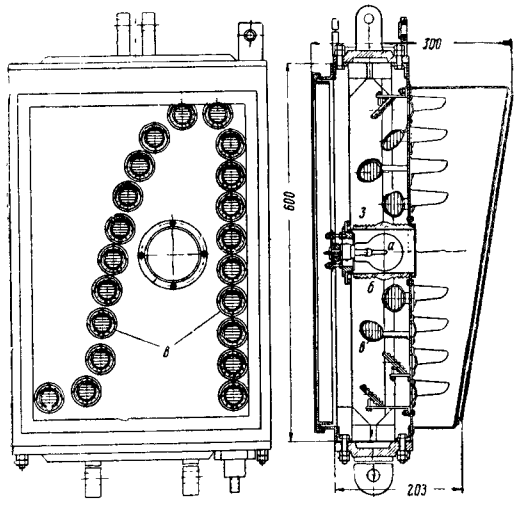
С целью уменьшения расхода электроэнергии в ЦНИИ МПС разработан однозначный световой указатель (фиг. 30).

Лампа *а* 12 *в*, 25 *вт* в фокусе ступенчатой линзы *б* даёт параллельные пучки света на отражатели *в*, расположенные в виде буквы *Л* (или другой буквы или цифры), отражающие его вдоль пути.

Чёткая видимость указателя (буквы или цифры) обеспечивается на 200 *м* днём, 400 *м* ночью.



Фиг. 29. Световой указатель



Фиг. 30. Однозначный световой указатель

СЕМАФОРЫ

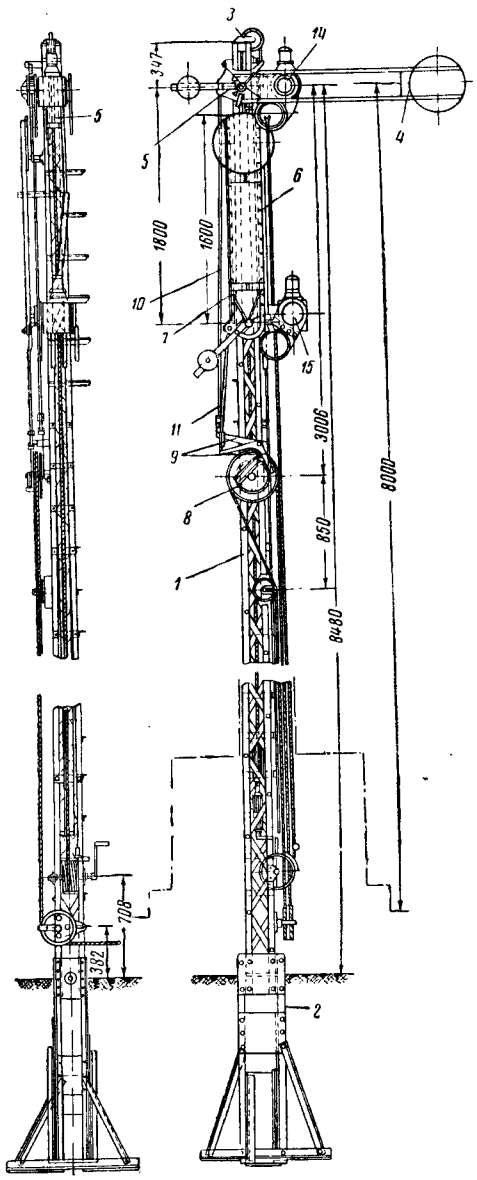
Семафор сигнализирует: днём — положением и числом крыльев, ночью — цветными огнями.

Основными частями семафора (фиг. 31) являются:

1. Мачта *1* — с основанием *2* и головкой *3*, окрашенная на 1 *м* от земли в чёрный цвет, остальная часть делится пополам и нижняя половина окрашивается в красный цвет, верхняя в белый.

2. Крылья — верхнее *4* на станине *5* длиной от оси мачты до края диска 1 740 *мм*, шириной 250 *мм*; нижнее *6* на станине *7*, длиной 1 600 *мм*, шириной 250 *мм*. Крылья в сторону перегона окрашены в красный цвет, в сторону станции — в белый с чёрным окаймлением шириной 20 *мм* на диске, арматура в чёрный цвет.

3. Приводной механизм *8* со шкивом диаметром 305 *мм*, длиной окружности около 1 150 *мм*, канатик охватывает шкив $1^1/_4$ раза. Эксцентрики приводного механизма (фиг. 32) рычагами *9* и тягами *10* и *11* связаны с верхним и нижним крыльями. С передней стороны шкив снабжён стопорным устройством в виде неподвижного упора *12* с пальцем *в* и маятника *13* с пальцем *а*.

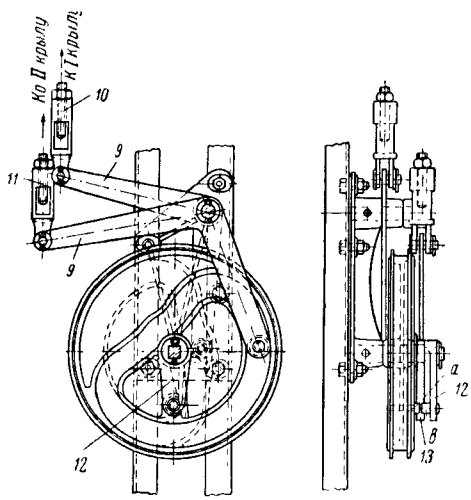


Фиг. 31. Устройство семафора

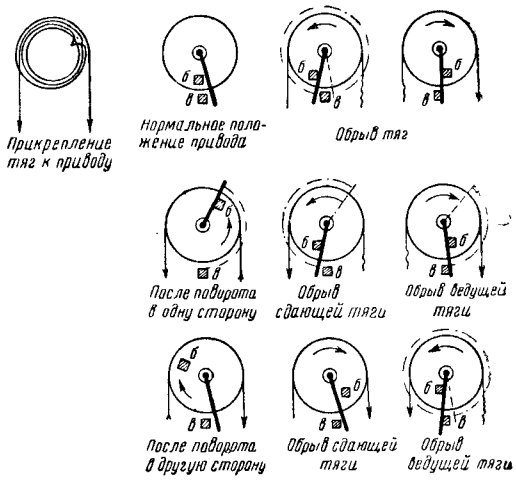
Работа стопорного механизма в различ ных случаях обрыва тяг показана на фиг. 33

4. Осветительные механизмы: верхнег крыла *14*, нижнего крыла *15*. Механизм верх него крыла (фиг. 34) имеет: кулису *1*, сое динённую с верхним крылом при помощ муфты *2* и винта *3*, сигнальные очки *4* красным и зелёным стёклами и фонарь (кер синовый или электрический), установленны на каретке *5* для спуска и подъёма.

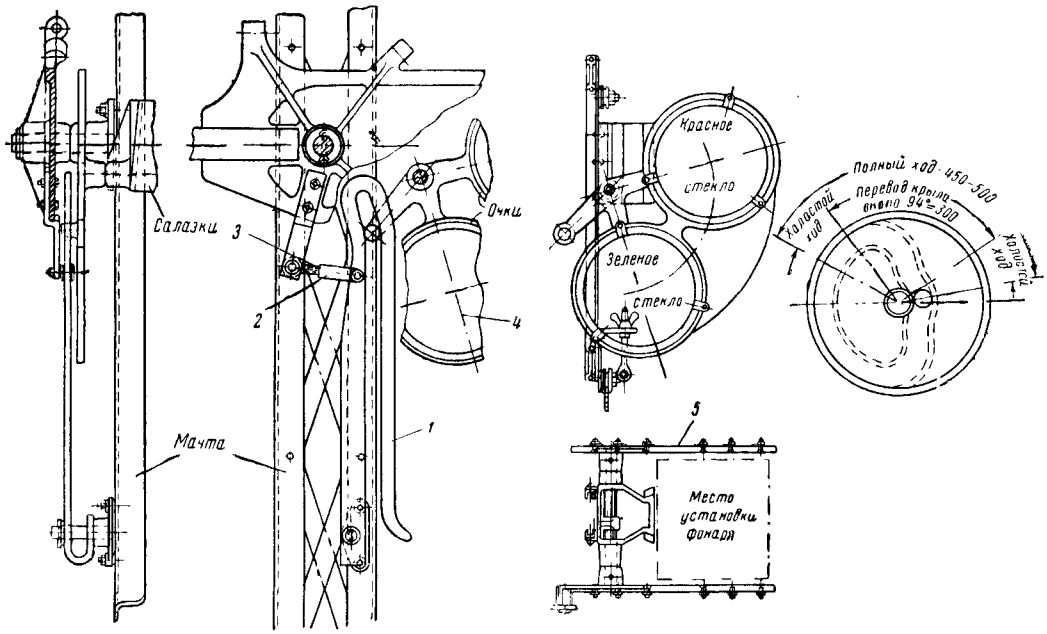
Осветительный механизм нижнего крыл устраивается аналогично.



Фиг. 32. Приводной механизм семафора



Фиг. 33. Работа стопорного механизма



Фиг. 34. Осветительный механизм верхнего крыла семафора

Характеристики электрических ламп семафоров приведены в табл. 6.

Таблица 6

Характеристики электрических ламп семафоров

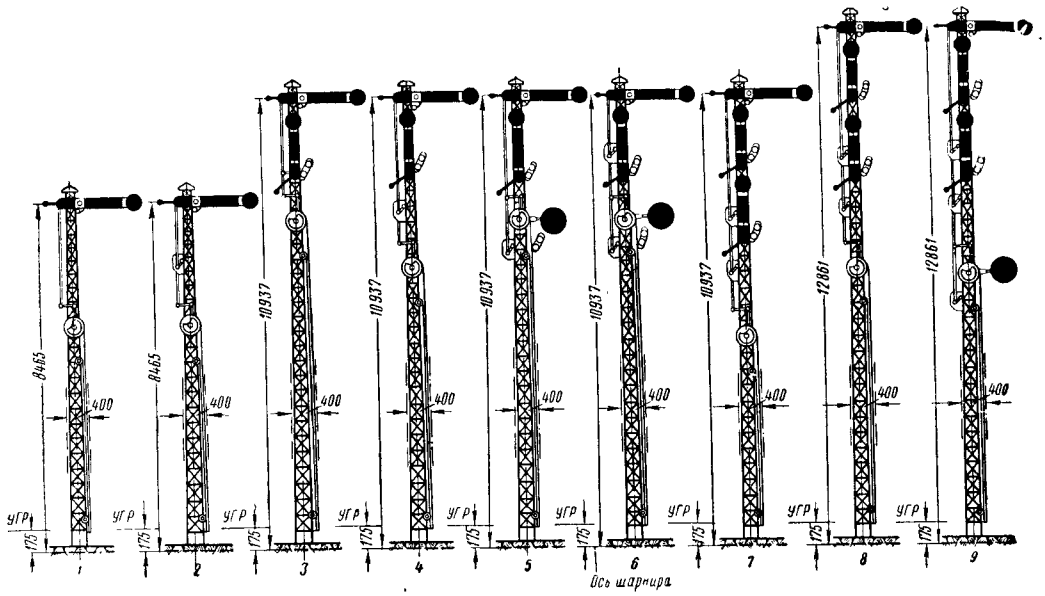
Напряжение в *в*	Мощность в *вт*	Сила света (средняя сферическая) в свечах
110, 120, 127	15	9,9
110, 120, 127	25	17,9
110, 120, 127	40	30,3
220	25	15,2
220	40	26,8

Типы применяемых на железнодорожном транспорте семафоров приведены на фиг. 35.

ДИСК СКВОЗНОГО ПРОХОДА

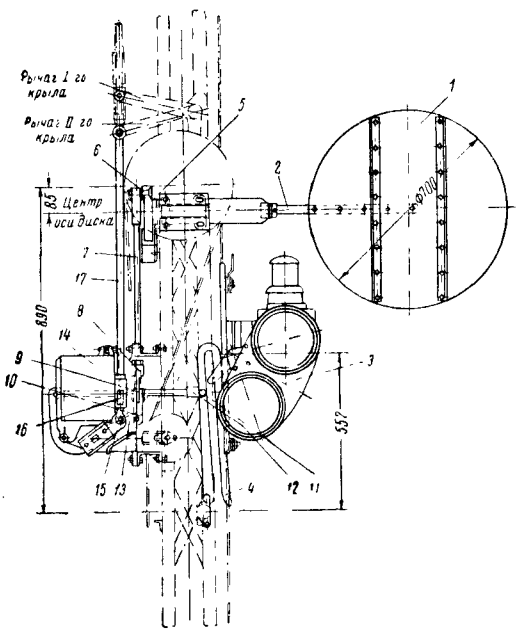
Диск сквозного прохода устанавливают на мачте входного семафора для сигнализации разрешения безостановочного прохода поезда по главному пути станции.

Диск (фиг. 36) диаметром 700 *мм* окрашивается в сторону перегона в жёлтый цвет с чёрно-белым окаймлением шириной 30 *мм*, с обратной стороны — в белый с таким же окаймлением, арматура в чёрный цвет.



Фиг. 35. Типы семафоров: *1* — однокрылый (8 *м*); *2* — однокрылый со сцепляющим механизмом (8 *м*); *3* — двукрылый (10 *м*); *4* — двукрылый со сцепляющим механизмом (10 *м*); *5* — двукрылый с диском сквозного прохода (10 *м*); *6* — двукрылый со сцепляющим механизмом и диском сквозного прохода (10 *м*); *7* — трёхкрылый с двумя сцепляющими механизмами (10 *м*); *8* — трёхкрылый с двумя сцепляющими механизмами (12 *м*); *9* — трёхкрылый с двумя сцепляющими механизмами и диском сквозного прохода (12 *м*)

Основные части диска следующие: диск *1* с угольниками, укреплённый на оси *2*; осветительный механизм *3*, состоящий из каретки с очками и фонарём.



Фиг. 36. Диск сквозного прохода

Кулиса *4* осветительного механизма через передачу *5*, *6*, *7*, *8*, *9*, *10*, *11*, *12* связана с осью *2* диска.

Диск планкой *13* связан с электросцепляющим механизмом *14* и через него посредством плаики *15*, муфты *16* и тяги *17* с верхним крылом семафора.

Электросцепляющий механизм применяют в следующих случаях:

1) на выходных семафорах (обычно с главных путей) для автоматического их закрытия после отправления поезда;

2) на входиых семафорах для автоматического их закрытия в случае взреза стрелки, замкнутой в маршруте приёма;

3) на входных семафорах для открытия диска сквозного прохода лишь после открытия выходного семафора;

4) на входных трёхкрылых семафорах для открытия третьего крыла одновременно со вторым.

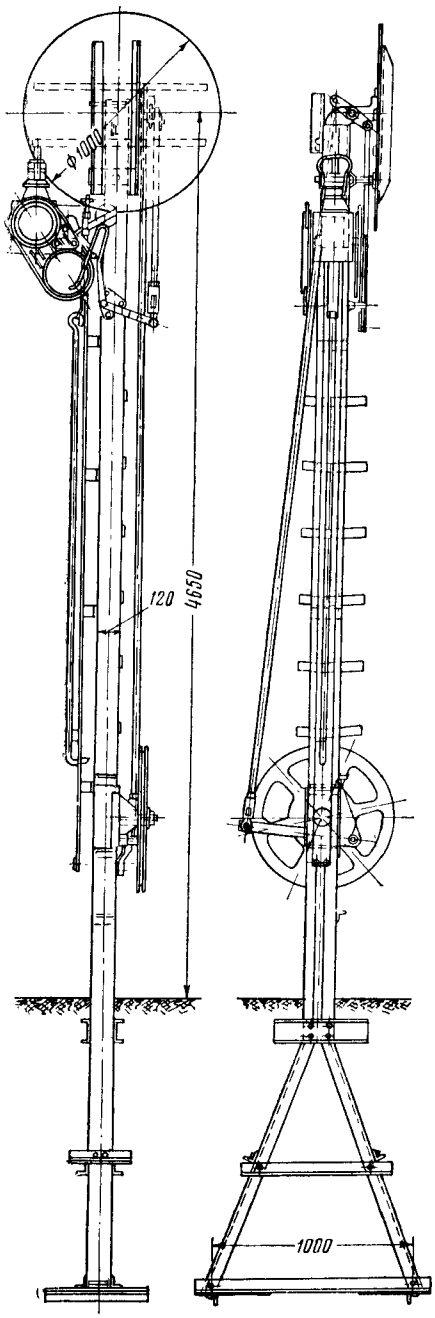
ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ ДИСКИ И МАНЕВРОВЫЕ ЩИТЫ

Предупредительные диски осуществляют предупредительиую сигнализацию перед входными сигиалами станции и примеияются с механическим приводом или электрозаводным механизмом.

Диск с механическим приводом (фиг. 37) имеет следующие части: мачту, диск с окраской, аналогичной диску сквозного прохода; приводной шкив, включёииый в гибкую передачу, переводной рычаг и осветительный механизм.

На шкив наматывается канатик (трос) 5 *мм*, диаметр шкива по окружности прикрепления тяг 720 *мм*, холостой ход тяг при открытии 105 *мм*, рабочий ход 410 *мм*. Мачта диска окрашивается на 1 *м* от земли в чёрный цвет, остальная часть делится пополам и нижняя половина окрашивается в жёлтый цвет, верхняя в белый.

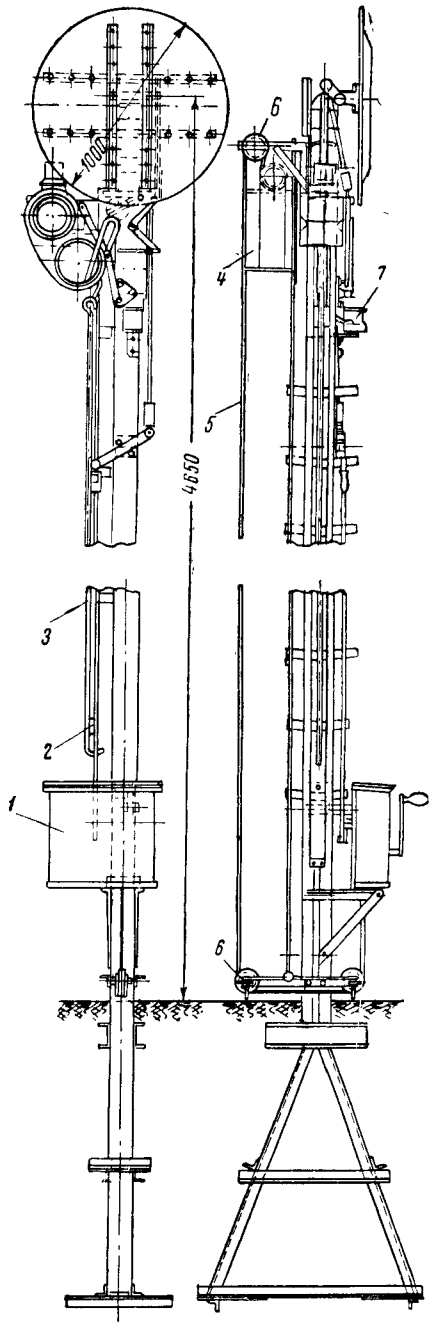
Предупредительный диск, снабжённый электрозаводным приводом, показан на фиг. 37а, где: *1* — электрозаводной механизм, укреп-



Фиг. 37. Предупредительный диск с механическим приводом

лённый на мачте диска посредством подкосов с подкладками; *2* и *3* — тяги от электрозаводного механизма к диску; *4* — гиря электрозаводного механизма, подвешенная на тросе *5* и роликах *6*, укреплённых сверху и снизу мачты; *7* — крыловой переключатель, соединённый с поводками диска.

Маневровые щиты применяют на станциях для сигнализации запрещения и разрешения маневровой работы. Маневровый щит (фиг. 37б)



Фиг. 37а. Предупредительный диск с электрозаводным приводом

в отличие от предупредительного диска имеет поворотный щит квадратной формы, раскрашенный в шахматном порядке с 4 белыми и 4 чёрными квадратами с обеих сторон.

Запрещение манёвров сигнализируют вертикальным положением щита днём, ночью — синими огнями в обе стороны. Разрешение

манёвров — горизонтальным положеннем щита днём, ночью — молочно-белыми огнямн в обе стороны.



Фиг. 37б. Маневровый щит

МЕСТА УСТАНОВКИ СИГНАЛОВ

В соответствии с ПТЭ светофоры, семафоры и предупредительные диски устанавливают с правой стороны по направлению движения или над осью ограждаемого ими участка пути. Установка сигналов во всех случаях производится так, чтобы: а) их нельзя было принять с поезда за сигналы, относящиеся к соседним путям; б) не нарушать габарита, установленного на дорогах СССР. Входные сигналы раздельного пункта устанавливают от первой входной стрелки на расстоянии: светофоры не ближе 15 *м*, семафоры не ближе 50 *м* и не далее 400 *м*.

Для противошёрстных стрелок это расстояние определяется от конца остряков стрелки, для пошёрстных—от предельного столбика.

Выходные сигналы на участках, оборудованных блокировкой, устанавливают для каждого отправочного пути впереди места, предназначенного для стоянки локомотива отправляющегося поезда. Расстояние от входного сигнала до выходного по главному пути должно быть не менее тормозного пути.

На станциях с изоляцией путей выходные светофоры устанавливают перед изолирующими стыками выходных стрелок соответствующего пути на расстоянии 8 *м*.

Проходные сигналы устанавливают на границах блок-участков.

Предупредительные сигналы устанавливают перед входнымн сигналамн раздельных пунктов на расстоянии тормозного пути (800—1 200 *м*).

Маршрутные сигналы применяют на станциях с несколькими прнёмнымн парками для сигнализации разрешения илн запрещения на проследованне поезда из одного района станции в другой. Эти сигналы устанавливают перед горловиной каждого парка.

Маневровые сигналы устанавливают в районах станции, где производится маневровая работа.

При установке сигналов соблюдаются требования габарита 2С.

Установка станционных сигналов должна производиться таким образом, чтобы расстояние от мачты сигнала или выступающей её части (в пределах высоты габарита от 1 200 до 4 310 *мм*) до оси пути было не менее 2 450 *мм*. В нижней части габарита, до высоты 1 200 *мм*, приближение сооружений допускается до 1 920 *мм* от оси ближайшего пути. В этих пределах могут располагаться карликовые светофоры или лебёдка семафора. Минимальная ширина междупутья для светофоров устанавливается: 5,04 — 5,2 *м* для мачтовых светофоров и 4,5 *м* для карликовых. Семафоры устанавливают в междупутье не меньше 5,3 — 5,45 *м*.

На перегонах расстояние от мачты до оси ближайшего пути на прямых участках допускается не менее 2 750 *мм* для обеспечения прохода снегоочистителя; на кривых это расстояние увеличивается в зависимости от радиуса кривой: на кривой радиусом 600 *м* расстояние должно быть не менее 3 250 *мм* с внутренней стороны кривой и не менее 2 810 *мм* с наружной стороны.

ЭЛЕКТРОЖЕЗЛОВАЯ СИСТЕМА Д. С. ТРЕГЕРА

Электрожезловой системой называется средство сношений при движении поездов на однопутных линиях, при котором разрешением поезду на занятие перегона служит жезл, относящийся к этому перегону.

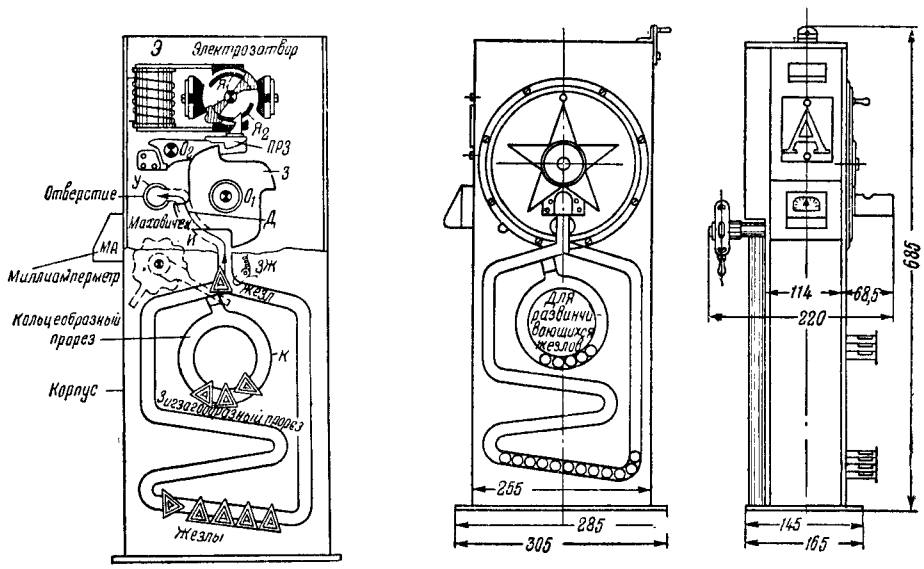
Жезловой аппарат (фиг. 38) является электромеханическим прибором постоянного тока, в корпусе которого заключены жезлы, замкнутые электромагнитным затвором; электромагнитный затвор допускает выемку жезла из корпуса при условии протекания через его обмотки постоянного тока определённого направления.

В верхней части электрожезлового аппарата, кроме электромагнитного затвора, помещается механическая система дисков и рычагов, препятствующая проведению через аппарат каких-либо других стержней, кроме жезлов, относящихся к данному аппарату.

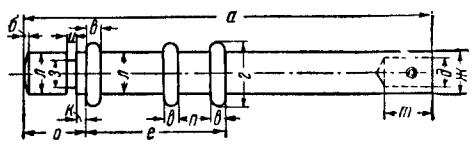
Жезловые аппараты применяют 8 серий типов), обозначаемых латинскими буквами A, B, C, D, E, F, K и M. Соответственно аппаратам установлены и 8 серий жезлов.

ЖЕЗЛЫ И ЛИТЕРНЫЕ ТРУБКИ

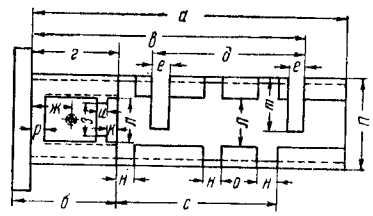
Жезл (фиг. 39) имеет вид стального стержня с тремя кольцами, кольцевым углублением на одном конце и отличительным щитком с обозначением серии на другом конце. Каждый жезл имеет порядковый номер (от 1 до 40) и табличку с наименованием станций, ограничивающих перегон. Жезлы изготовляют по размерам, указанным в табл. 7 и 8 для каждой серии. Серии жезлов отличаются друг от друга только местом расположения кольцевого углубления *и*. Соответственно сериям жезлов в жезловых аппаратах устанавливают литерные трубки (фиг. 40), изготовляемые для каждой серии по размерам, указанным в табл. 9 и 10. Жезловой аппарат переделывают из одной серии в другую заменой литерной трубки и литерного знака.



Фиг. 38. Жезловой аппарат системы Д. С. Трегера



Фиг. 39. Жезл



Фиг. 40. Литерные трубки

Таблица 7

Размеры жезлов всех серий в *мм* (см. фиг. 39)

а	б	в	г	д	е	ж	з	и	л	м	н	о
166±0,3	1,5	5,5±0,2	27,5—0,2	12+0,035	56,5+0,2	16+0,3	11—0,2	4—0,1	16+0,2	20±0,1	14—0,2	25,5—0,3

Таблица 8

Расстояния *К* на жезлах в *мм*

Серии жезлов							
A	B	C	D	E	F	K	M
4—0,1	8—0,1	12—0,1	16—0,1	6—0,1	10—0,1	14—0,1	2—0,1

Таблица 9

Размеры литерных трубок всех серий в *мм* (см. фиг. 40)

а	б	в	г	д	е	ж	з	и	л	м	н	о	п	р	с
113—0,2	37+0,3	98,2+0,3	31+0,1	55,5+0,3	6,5+0,3	15+0,3	12+0,2	3,5+0,2	17—0,2	20+0,2	6,5—0,2	13+0,2	32,5—0,08	5—0,3	57,5—0,2

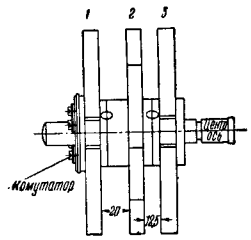
Таблица 10

Величины *К* в литерных трубках в *мм*

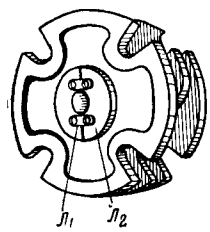
Серии литерных трубок							
A	B	C	D	E	F	K	M
3,75—0,1	7,75—0,1	11,75—0,1	15,75—0,1	5,75—0,1	9,75—0,1	13,75—0,1	1,75—0,1

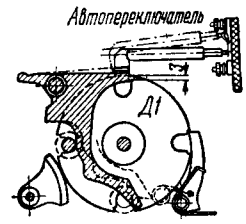
ЗАМЫКАЮЩИЕ ЧАСТИ ЖЕЗЛОВОГО АППАРАТА

Механическое замыкание осуществляется в жезловом аппарате тремя дисками (фиг. 41), неподвижно соединёнными между собой и вращающимися на оси при вкладывании и изъятии жезлов. С дисками взаимодействует система рычагов, каждый из которых выполняет определённое замыкание (фиг. 42—45), как показано в табл. 11.

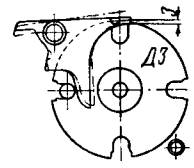


Фиг. 41. Дисковая система





Фиг. 42. Диск *1* и рычаг *4*



Фиг. 43. Диск *3* и рычаг *1*

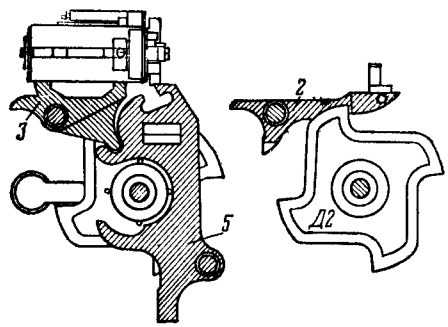
Таблица 11

Замыкающие рычаги и диски электрожезлового аппарата

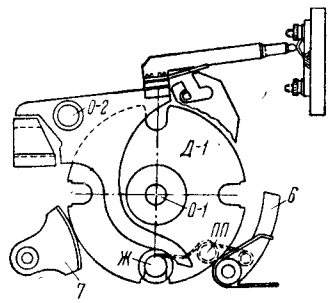
Диски и рычаги	Назначение	Взаимодействие
Диск *1* и рычаг *4* (фиг. 42)	Дисковая система механически запирается от поворота в обе стороны. Обмотка электрозатвора выключена	Двусторонний прямоугольный зуб рычага *4* находится в вырезе диска *1* и выводится из выреза нажатием кольца жезла на рычаг *4* при вынимании и вкладывании жезлов. Одновременно работает автопереключатель
Диск *3* и рычаг *1* (фиг. 43)	Дисковая система механически заперта от поворота против часовой стрелки	Односторонний прямоугольный зуб находится в вырезе диска и выводится из выреза нажатием на рычаг *1* кольца жезла при вкладывании его в аппарат
Диск *2* и рычаги *2*, *3* и *5* (в аппаратах с подвижным электрозатвором) (фиг. 44)	Дисковая система электромеханически заперта от поворота по часовой стрелке	Односторонний прямоугольный зуб рычага *2* находится против прямоугольной части выступа диска *2* и выводится в том случае, если через обмотки электрозатвора проходит ток определённого направления и в этот момент кольцом жезла будет снизу нажат рычаг *5*. Тогда рычаг *3* также повернётся и посредством электрозатвора поднимет рычаг *2*
Диск *1* и рычаг *6* (фиг. 45)	Дисковая система ограничивается поворотом на 90° при выемке жезла	Рычаг *6* зубом в нормальном положении подходит под вырез диска. При выемке жезла рычаг отводится в сторону жезлом, как показано на фиг. 45. При выходе жезла из дисков вращение последних свыше 90° ограничивается зубом рычага
Диск *1* и рычаг *7* (фиг. 45)	Дисковая система запирается от поворота против часовой стрелки без жезла	Рычаг прижимается к диску. При попытке повернуть диски без жезла против часовой стрелки рычаг *7* упирается в выступ диска. При движении с жезлом рычаг *7* отводится в сторону

Электрозатвор

В настоящее время (с 1940 г.) жезловые аппараты изготовляют с неподвижным электрозатвором, чем они отличаются от ранее изготовлявшихся жезловых аппаратов, в которых электрозатвор поднимается и опускается при каждом вынимании и вкладывании жезла. Неподвижный электрозатвор устанавливается на кронштейне *КК*, прикреплённом к передней стенке жезлового аппарата



Фиг. 44. Подвижной затвор с диском *2* и рычагами *2*, *3* и *5*

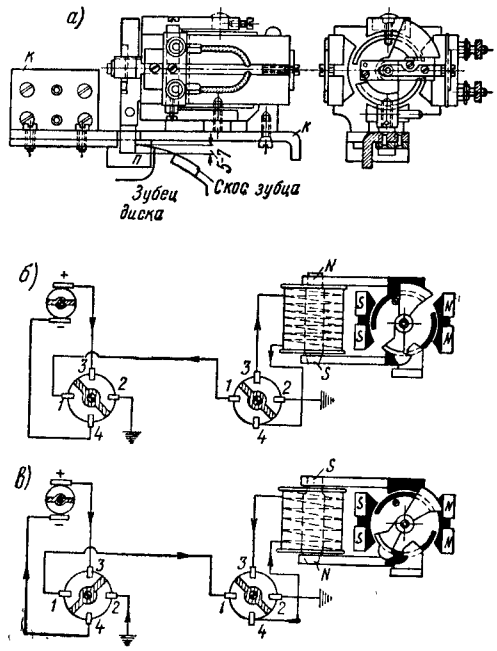


Фиг. 45. Диск *1* и рычаги *6* и *7*

(фиг. 46,*а*). Замыкание диска *2* от поворота против часовой стрелки осуществляется ригельным пальцем *П*, составляющим одно целое с якорем электрозатвора. При вкладывании жезла, т. е. при повороте дисков против часовой стрелки, ригельный палец *П* отводится в сторону скосами зубцов, сделанными с задней их стороны. В неподвижном электрозатворе лучше обеспечивается сохранность магнитов от размагничивания, происходящего от ударов.

К составным частям электрозатвора относятся: а) два постоянных подковообразных магнита с общими полюсными башмаками; б) латунный якорь со стальными кольцевыми надставками, на верхнем конце которого находится противовес, а на нижнем — крючок, взаимодействующий с крючком рычага *2*; в) электромагнит, состоящий из стального сердечника и надетой на него катушки. Полюсные наконечники башмаков электромагнита расположены над стальными кольцевыми надставками якоря.

Принцип действия электрозатвора показан на фиг. 46,*б*, в левой части которой помещёны индуктор и коммутационный диск жезлового аппарата одной станции, а в правой — коммутационный диск и электрозатвор жезлового аппарата другой станции. При посылке от индуктора тока такого направления, при котором верхний башмак получает северное



Фиг. 46. Электрозатвор

намагничивание, а нижний — южное, якорь повернётся против часовой стрелки и крючок его сцепится с крючком рычага *2*. При обратном направлении тока (фиг. 46,*в*) крючки расходятся.

Электрические характеристики аппаратуры электрожезловой системы приведены в табл. 12.

Индуктор

К индуктору предъявляется требование, чтобы при работе на сопротивление в 1 000 *ом* и при вращении рукоятки индуктора 120 об/мин. он развивал напряжение на зажимах не менее 60 *в*, давая во внешнюю цепь ток силой не менее 60 *ма*.

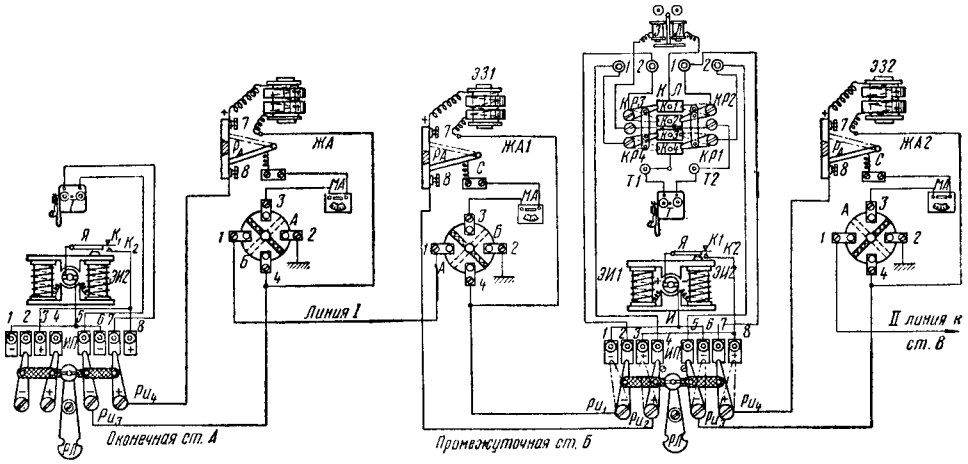
Схема включения

Переключатель *РА* (фиг. 47) связан с рычагом *4* (фиг. 42) и служит для автоматического выключения индуктора и включения электрозатвора в момент выемки жезла. Изменение коммутации при выемке и вкладывании жезлов в аппарат производится дисковым переключателем *АБ*, неподвижно связанным с диском *1*, но электрически изолированным от него. Поворот диска *1* по часовой стрелке или против неё на 90° вызывает изменение положения полудисков переключателя, в связи с чем меняется включение линии и земли по отношению к электрозатвору и жезловому индуктору. При силе тока 40—60 *ма* и отклонении стрелки миллиамперметра *МА* в правую сторону жезл из жезлового аппарата вынимается свободно.

Таблица 12

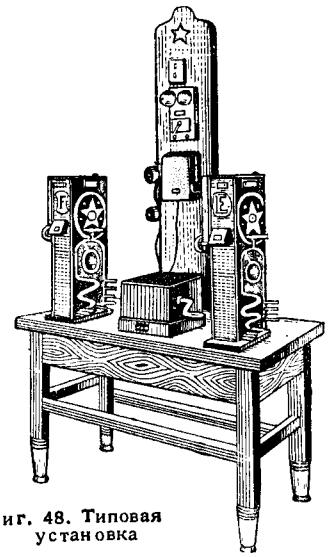
Электрические характеристики аппаратуры электрожезловой системы Д. С. Трегера

Наименование	Марка провода и диаметр в *мм*	Сопротивление обмотки в *ом*	Рабочий ток в *ма*	
			не менее	не более
Катушка подвижного электрозатвора .	ПЭ (ПЭЛ)–0,2	210±5%	40	60
» неподвижного электрозатвора	ПЭ (ПЭЛ)–0,2	510±5%	40	60
» звонка к переключателю . . .	ПЭ(ПЭЛ)–0,15	300±5%	—	—
» миллиамперметра	ПШО (ПЭЛ)–0,06	Не более 2	—	—
» электромагнита для ключа-жезла	ПЭ (ПЭЛ)–0,15	300±5%	40	60
Обмотка возбуждения электромагнитного индуктора	ПЭ (ПЭЛ)–0,15	525±5%	—	—
Обмотка якоря электромагнитного индуктора	ПБО (ПЭЛ)–0,2	225±5%	—	—
Обмотка якоря магнитного индуктора .	ПЭ (ПЭЛ)–0,25	250±5%	—	—



Фиг. 47. Схема включения

На промежуточном раздельном пункте устанавливаются два жезловых аппарата, индуктор, телефон, телефонный переключатель

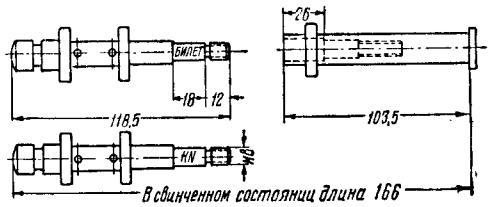


Фиг. 48. Типовая установка

и дополнительный звонок, которые монтируются в виде типовой установки на отдельном столе (фиг. 48).

Развинчивающиеся жезлы

Эти жезлы применяются на перегонах, где разрешено отправление поездов вслед с разграничением их временем или где движение поездов совершается с толкачами, следующими по всему перегону. Развинчивающийся жезл состонт (фиг.49) из двух частей: билета



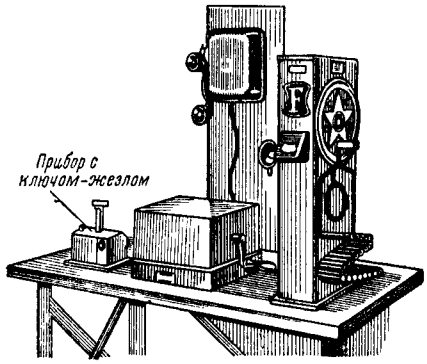
Фиг. 49. Развинчивающийся жезл

с двумя кольцами и жезла с одним кольцом. Билет выдаётся машинисту первого поезда, а жезл — второму (или толкачу). Отдельные части развинчивающегося жезла в аппарат вкладываться не могут.

Ключ-жезл

На станции, с которой отправляются поезда с толкачами, возвращающимися обратно на станцию отправления, устанавливается

прибор с ключом-жезлом (фиг. 50). Ключ-жезл нормально замкнут механизмом. В зависимости от конструкции прибора ключ-жезл отпирается либо посредством основного жезла, либо током, посылаемым с соседней станции. При выемке ключа-жезла из прибора переключатель, находящийся внутри прибора, отключает жезловой аппарат и индуктор от линии, исключая таким образом возможность выемки жезла из аппаратов



Фиг. 50. Установка прибора с ключом-жезлом

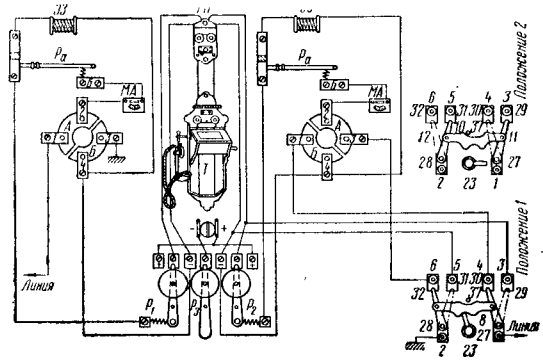
перегона до тех пор, пока ключ-жезл не будет обратно вложен в прибор. Схемы включения прибора для ключа-жезла показаны на фиг. 51 (при механическом отмыкании ключа-жезла) и на фиг. 52 (при электрическом отмыкании).

Путевой жезловой пост

На посту устанавливают жезловые аппараты различных серий, связанные с соответствующими аппаратами на станциях (фиг. 53). Между аппаратами на посту устраивается зависимость посредством ключей-жезлов. Нормально ключи-жезлы, наглухо соединённые между собой, хранятся у дежурного по станции. Жезловой индуктор отключён от обоих аппаратов.

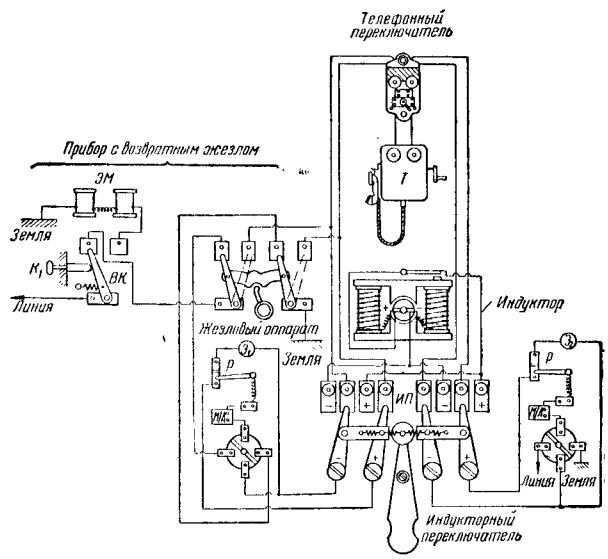
При необходимости разрешения какой-либо из станций изъять жезл дежурный по посту вставляет ключ-жезл в соответствующий прибор, поворачивает его до упора и таким образом включает жезловой индуктор в соответствующий жезловой аппарат. Ключ-жезл автоматически запирается в приборе и может быть отомкнут только основным жезлом.

ного замка стрелки. Нормально движение поездов совершается по жезлам из основных аппаратов. При отправлении на ответвление на ст. *А* по соглашению со ст. *Б* из основного аппарата вынимают перекладной жезл и вкла-



Фиг. 51. Схема включения прибора для ключа-жезла при механическом отмыкании

дывают в дополнительный аппарат. После этого по соглашению с постом у ответвления из дополнительного аппарата вынимают жезл с ключом от замка стрелки. По прибытии поезда на пост при ответвлении стрелка ответвления отпирается ключом, наглухо скреплённым с жезлом, поезд вводится на ответвление, стрелка вновь запирается и жезл вкладывается в жезловой аппарат на посту. После этого дежурный по ст. *А* по соглашению с



Фиг. 52. Схема включения прибора для ключа-жезла при электрическом отмыкании

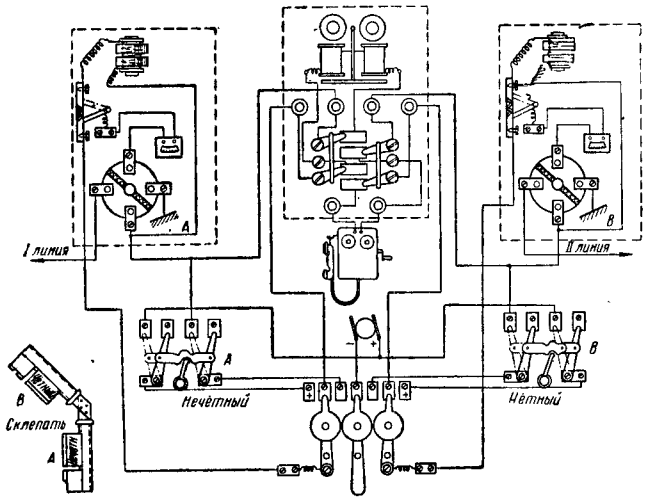
Ответвление на перегоне

На одной из станций и на посту в дополнение к двум основным жезловым аппаратам перегона устанавливают ещё два жезловых аппарата той же серии, но с нечётным количеством жезлов (фиг. 54). На стрелке ответвления устанавливают стрелочный контрольный замок. На жезлах дополнительных аппаратов наглухо укрепляют ключи от контроль-

дежурным по посту у ответвления (дежурный по посту вращает рукоятку жезлового индуктора и посылает ток в жезловой аппарат ст. *А*), вынимает перекладной жезл из дополнительного аппарата и перекладывает его в основной аппарат перегона *А—Б*. С этого момента при нахождении поезда на ответвлении восстанавливается движение по электро-

жезловой системе сквозных поездов между станциями *А* и *Б*.

Движение поездов между станциями *А* и *Б* и ответвлением может совершаться по элек-



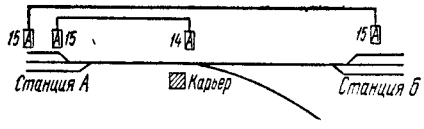
Фиг. 53. Схема путевого жезлового поста

трожезловой системе и без установки дополнительных аппаратов. В этом случае на каждой из станций в аппарате предусматривается один-два жезла с ключами от замка стрелки ответвления.

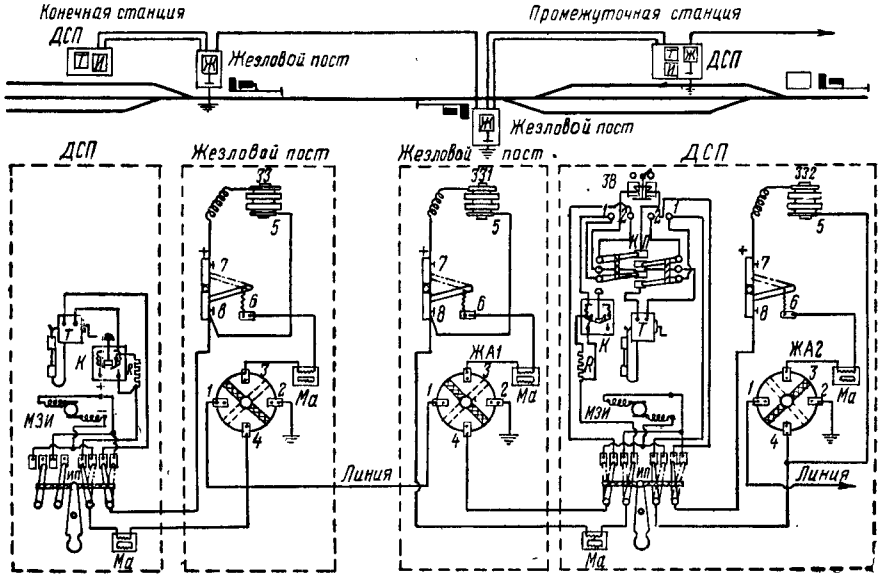
При отправлении поезда на ответвление движение сквозных поездов между станциями *А* и *Б* возможно только после возвращения поезда с ответвления на одну из станций и вложения жезла в жезловой аппарат. Применение такого способа возможно только на малодеятельных перегонах.

Жезловой пост у стрелочной горловины

Применяется в случаях примыкания к станции или разъезду одного из ограничивающих перегонов. С целью уменьшения времени на операцию по доставке и передаче жезла машинисту жезловой аппарат выносится из помещения дежурного на стрелочный пост, к которому примыкает ограничивающий перегон. Применяются две схемы включения жезловых аппаратов, установленных на стрелочном посту. При первой схеме (фиг. 55) между помещением дежурного по станции и стрелочным постом требуется подвеска дополнительного провода, но на посту жезловой индуктор не требуется. При второй схеме (фиг. 56) на стрелочном посту требуется установка жезлового индуктора, но не требуется подвески провода. В обоих случаях в помещении дежурного по станции устанавливается сопротивление 5 000 — 8 000 *ом*, включаемое в линию и ограничивающее ток в цепи жезловых аппаратов до величины, при которой не происходит срабатывания электрозатвора. Только при нажатии дежурным по станции кнопки (фиг. 55) или



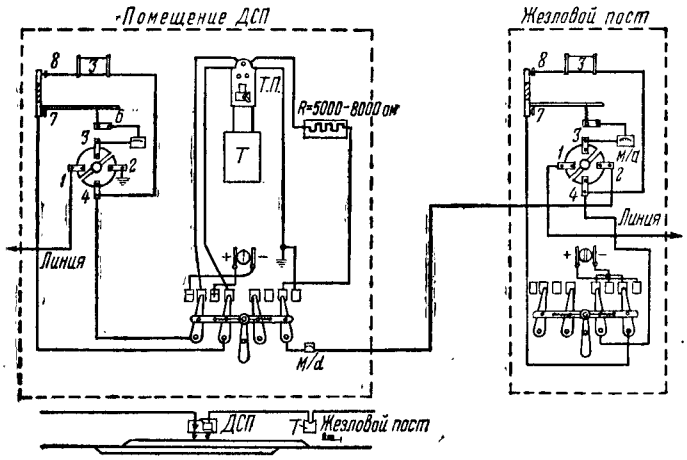
Фиг. 54. Жезловой пост у ответвления



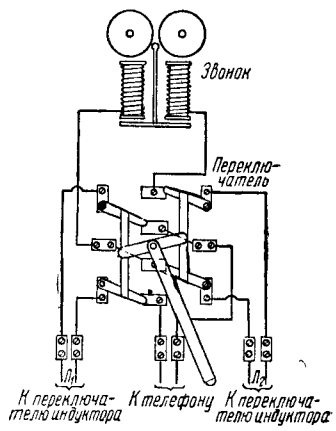
Фиг. 55. Первая схема выноски жезлового аппарата на стрелочный пост

переключателя (фиг. 56) сопротивление выключается из линии и ток в цепи жезловых аппаратов может достигнуть величины, достаточной для срабатывания электрозатвора и, следовательно, выемки жезла. Таким способом обеспечивается контроль дежурного по станции за действиями дежурного по жезловому стрелочному посту.

При применении жезлового стрелочного поста можно получить дополнительно 1,5—2 пары поездов при сравнительно небольших затратах.



Фиг. 56. Вторая схема выноски жезлового аппарата на стрелочный пост



Фиг. 57. Жезловой переключатель

Телефонная связь

В жезловой линейный провод включают телефонные аппараты МБ с индуктором и звонком переменного тока. На промежуточном пункте, кроме этого, устанавливают дополнительный звонок переменного тока и переключатель (фиг. 57), посредством которого телефонный аппарат и дополнительный звонок могут одновременно переключаться с одного линейного провода на другой. Таким образом, при одном телефонном аппарате обеспечивается непрерывная связь с обоими соседними пунктами.

Таблица 13

Основные допуски в частях электрожезлового аппарата Д. С. Трегера в *мм*

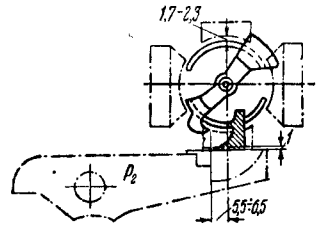
№ рычага	Боковая качка рычага не более	Глубина западания зуба рычага в вырез диска	Зазор между зубом рычага и упорной плоскостью диска в нормальном положении	Зазор между зубом рычага и плоскостью диска при полном подъёме рычага
1	0,5	3±0,5	1±0,2	3±0,5
2	0,6	7±0,5	5±0,5	2±0,5
4*	0,4	3±0,2	1,5±0,2	3±0,5
3	0,5	—	—	—
5	0,7	—	—	—
6	0,5	3,5±0,2	1±0,2	—
7	—	—	—	2±0,5

* При подъёме рычага 4 автопереключатель должен переместиться с нижнего положения в верхнее.

Технические нормы

Основные допуски для рычагов приведены в табл. 13.

Электрозатвор в нормальном положении нижней поверхностью полюсного башмака должен отстоять от верхней поверхности рычага не менее чем на 1 *мм*. Между крючками якоря электрозатвора и рычага *2* в нормальном положении должеи быть зазор 6 ± 0,5 *мм*.



Фиг. 58. Схема электрозатвора системы Д. С. Трегера

Между крючком электрозатвора и гребнем рычага *5* должен быть зазор 2 ± 0,5 *мм*. Ширина промежутка между башмаками электромагнита и дуговыми надставками якоря 1,7—2,3 *мм* (фиг. 58).

ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА (ПЕРЕГОННАЯ)

ВИДЫ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ БЛОКИРОВКИ

Путевой блокировкой называется система регулирования движения поездов, при которой разрешение на занятие перегона или запрещение выхода на перегон даётся поезду посредством блок-сигнала, установленного в начале перегона.

Полуавтоматической блокировкой называется такая путевая блокировка, при которой открытие блок-сигнала совершается дежур-

ным по станции, а закрытие — либо дежурным по станции, либо автоматически. Кроме того, в системе имеются ещё другие приборы, работа которых также совершается либо автоматически, либо, при их порче, вручную дежурным по станции.

Полуавтоматическая блокировка на дорогах СССР применяется двух систем:

а) электромеханическая — с блок-механизмами переменного тока,

б) релейная — с реле постоянного тока, в качестве приборов, осуществляющих блокировочные зависимости.

СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Блок-механизм. Основным прибором полуавтоматической блокировки электромеханической системы является блок-механизм (фиг. 59) — электромеханический замок, посредством которого производится механическое замыкание семафорных рычагов, электрическое замыкание и размыкание блокировочных цепей и взаимная передача блок-пунктами блокировочных сигналов при движении поездов.

Блок-механизм состоит из двухкатушечного электромагнита *1* с поляризованным якорем *2*, на концах которого укреплены ножи, входящие в промежутки между зубцами сектора *3*. Сектор вращается на оси, имеющей полувырез против верхнего задерживающего рычажка *4*. Сектор *3* стремится повернуться вверх под действием пружины *5*, которая через корытообразную рамку *6* давит на штифт сектора. Три вертикальных стержня блок-механизма: верхний нажимной *7*, средний замыкающий *8* и нижний ригельный *9*, под действием спиральных пружин всё время прижимаются вверх.

На фиг. 59,*а* блок-механизм отблокирован и семафорный рычаг свободен.

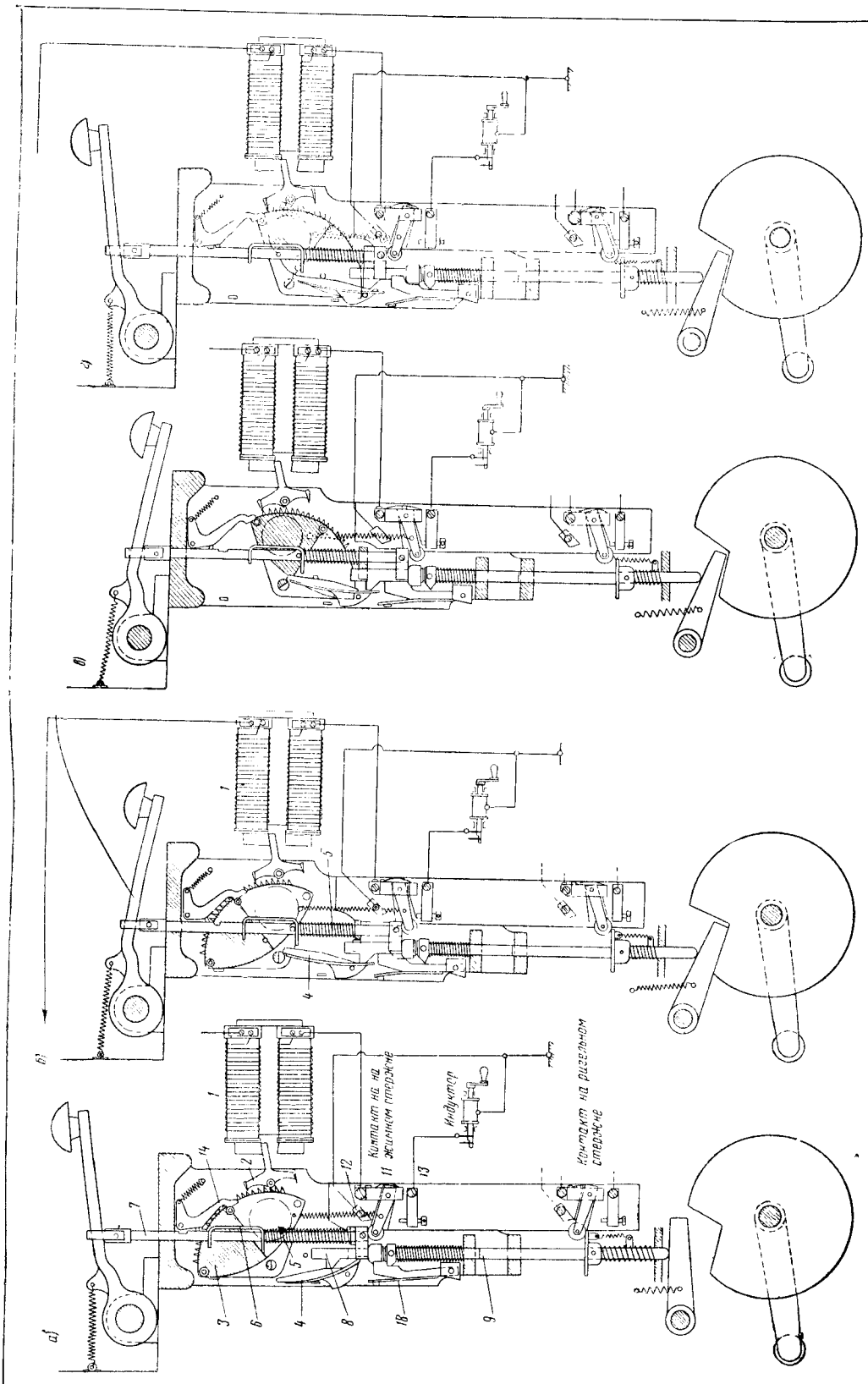
На фиг. 59,*б* показано положение при нажатой клавише. Стержни опустились вниз; замыкающий стержень *8* своим выступом заставил повернуться рычажок *4* за полуспиленную ось, а нажимной стержень отсоединил контакт *11* от *12* и присоединил к *13*. Одновременно ригельный стержень замкнул рычаг и переключил ригельный контакт. Сектор блок-механизма удерживается только зубцами, упирающимися в ножи якоря электромагнита.

При пропускании через катушки электромагнита переменного тока якорь начинает колебаться соответственно числу полуволн переменного тока. Ножи якоря при колебании пропускают зубцы сектора, который под действием собственного веса поворачивается вниз вместе с осью, а верхний конец рычажка *4* остаётся вправо за осью (фиг. 59,*в*). После отпуска клавиши верхний стержень *7* поднимается вверх. Средний стержень *8* остаётся в нижнем положении, так как выступом упирается во впадину рычажка *4*, который влево повернуться не может. Сектор под действием пружины *5* (пружина давит на корытообразную рамку, а рамка давит на штифт сектора) стремится повернуться вверх, но этому препятствуют ножи якоря *2*, в которые упираются зубцы сектора *3*. При пропускании переменного тока через обмотки электромагнита якорь *2* начнёт колебаться, зубцы сектора станут обходить ножи и сектор повернётся вверх. Полувырез оси сектора станет горизонтально, и рычажок *4* снова отклонится влево и пропустит вверх замыкающий стержень *8*, а с ним и нижний ригельный *9*. Части блок-механизма придут в положение, показанное на фиг. 59,*а*, при котором блок-механизм отблокирован. На фиг. 59,*г* блок-механизм заблокирован.

Сектор блок-механизма имеет 18 зубцов. Заблокирование блок-механизма происходит при опускании сектора на 3—4 зубца, а отблокирование — при подъёме сектора вверх на 14—15 зубцов. При заблокировании одного блок-механизма с целью отблокирования электрически с ним связанного другого блок-механизма может быть случай, когда первый блок-механизм заблокируется, а второй не отблокируется (например будет пропущен кратковременный ток, который одновременно сектор первого блок-механизма опустит, а второго поднимет на 10 зубцов). Для такого случая в блок-механизме предусмотрена вспомогательная замычка *14*, которая не позволяет верхнему стержню *7* подняться вверх до тех пор, пока блок-механизм не будет полностью заблокирован. Выполнено это следующим образом. В верхнем стержне *7* сделан вырез, рядом с которым устанавливается вспомогательная замычка *14* (фиг. 60), состоящая из коленчатого рычажка *15*, оттягиваемого за один конец пружиной *16*, в результате чего рычажок другим концом *17* упирается в стержень *7* или кратковременно в средний винт *58*, укреплённый на секторе (см. фиг. 61). Если сектор повернётся полностью вниз, то под конец *17* рычажка подходит верхний винт *58*.

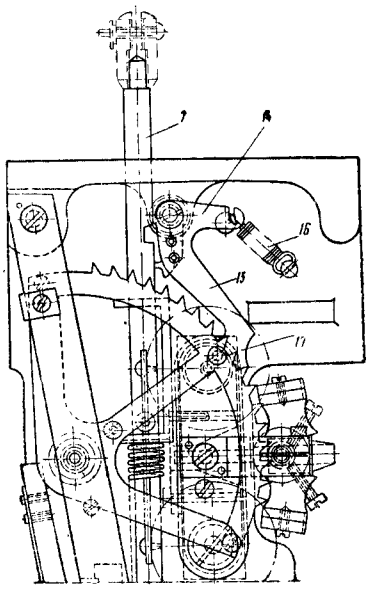
Если сектор останется в промежуточном положении, то под концом *17* не окажется винта и при проходе выреза мимо рычажка *15* зубец последнего западает в вырез и задерживает стержень *7* в нижнем положении.

В практике встречаются случаи, когда требуется, чтобы блок-механизм оставался в среднем (взрезном) состоянии немедленно после его нажатия и отпускания даже и без пропуска тока. В этих случаях средний винт делается коротким (*59*) и конец *17* коленчатого рычажка *15* замычки не может на него опираться. Под действием пружины *16* коленчатый рычажок упирается непосредственно в стержень *7*. При нажатии на клавишу блок-механизма стержень *7* опускается вниз, а при отпуске клавиши стержень *7* начинает двигаться вверх, но задерживается зубом замычки *14*, западающим в вырез стержня. Средний штифт на секторе ставится коротким на всех блок-механизмах, которые связаны с педальными замычками *1528* и с замычками переменного тока *1531*, так как иначе нечаянно отпущенный блок-механизм нельзя было бы вновь нажать; этому препятствовали бы замычки. Средний винт делается коротким также на всех блок-механизмах, которые взаимодействуют с переменным замыкателем *1633*, осуществляющим противоповторное замыкание.



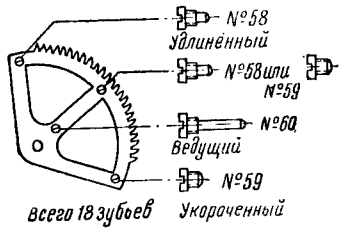
Фиг. 59. Блок-механизм полуавтоматической блокировки

Общий ход нажимного стержня 7 вниз при нажатии 20,5 + 0,5 *мм*. При ходе его 13—14 *мм* рычажок *4* должен зайти вправо за полувырез оси сектора, и только после этого должны замыкаться контакты *11* и *13*. При нажатии клавиши заблокированного механизма нажимной стержень не должен опускаться



Фиг. 60. Вспомогательная замычка *ВЗ*

более 1,5 ± 0,3 *мм*, упираясь в упорный рычажок *18*, который должен заходить под пластинку нажимного стержня не менее 1,5 + 0,5 *мм*. Рычажок *18* должен свободно вращаться; если рычажок отводится принудительно влево, при освобождении он немедленно возвращается вправо в прежнее положение.

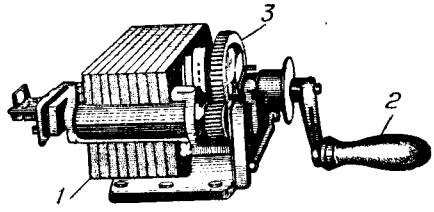


Фиг. 61. Сектор

Характеристики приборов полуавтоматической блокировки приведены в табл. 14.

Индуктор. Источником переменного тока в полуавтоматической блокировке служит индуктор (фиг. 62 и 63). Он состоит из 6 или 9 постоянных магнитов *1*. В магнитном поле этих магнитов вращается якорь, на сердечнике которого намотана изолированная проволока. Концы проволоки припаяны: один —к оси, имеющей соединение с корпусом, а другой — к коллектору, представляющему изолированную гильзу, надетую на ось якоря. Щёток две: одна *Щ1* касается цельной цилиндрической части коллекторной гильзы и снимает переменный ток; вторая *Щ2* касается полуспиленной части коллекторной гильзы и снимает пульсирующий ток одного направления. Якорь связан с рукояткой *2* при помощи зубчатки *3* с передаточным числом 1 : 6. Таким образом, при вращении рукоятки со скоростью двух оборотов в секунду (120 об/мин.) в индукторе генерируется электродвижущая сила переменного тока 12*гц*. Индуктор снабжён тормозом, препятствующим обратному движению якоря, а рукоятка с осью имеет одностороннее храповое соединение.

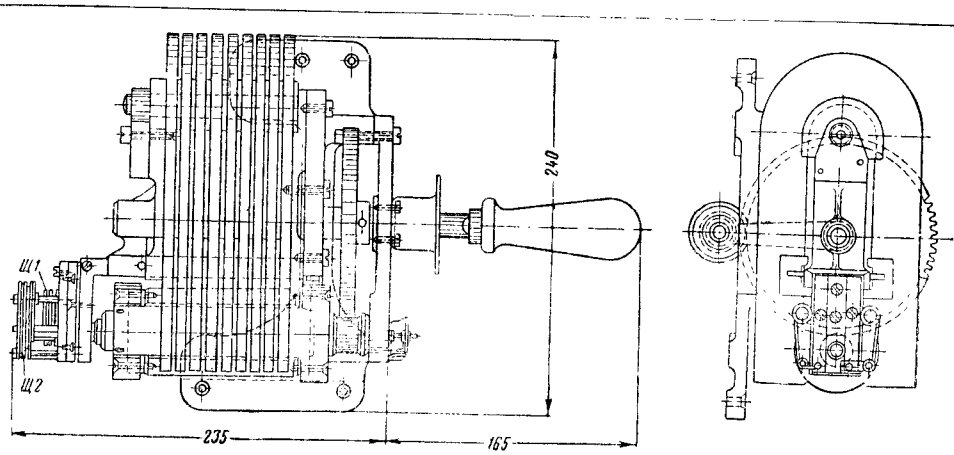
Телефонная связь обычно устраивается по блокировочным проводам. Микротелефонные трубки включаются параллельно блок-механизмам через переключатели. Для вызова используются вызывная кнопка и звонок, включаемые последовательно с блок-механизмами. Вызывная кнопка показана на фиг. 64 и состоит из коробки, внутри которой смонтированы две группы контактов. Звонок (фиг. 65) состоит из двухкатушечного электромагнита *3* с плоским якорем *1*, который пружиной *2* регулируется таким образом, чтобы он не работал при прохождении переменного тока. Сопротивление изоляции при испытании меггером (500 *в*) должно быть не менее



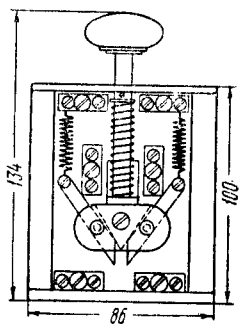
Фиг. 62. Индуктор

1 *мгом*. Для предотвращения прилипания якоря к электромагнитам на нём делают латунные наклёпки (толщиной не менее 0,25 *мм*).

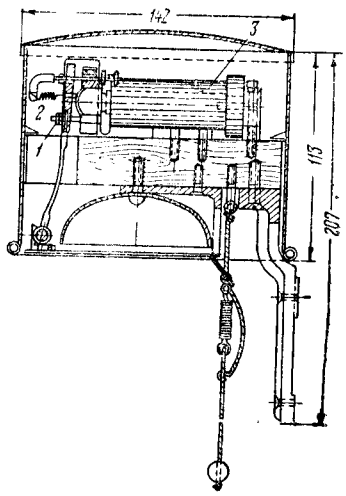
Педальная электрическая замычка применяется в путевой блокировке для осуществления автоматической связи поездов с блок-механизмом *ПП* (путевым приёма). Педальная электрическая замычка (фиг. 66, 67) нормально запирает верхний нажимной стержень блок-механизма *ПП*, с которым она связана хомутиком *1*, и не позволяет заблокировать этот блок-механизм до тех пор, пока принимаемый поезд не войдёт на станцию. Замычка состоит из электромагнита постоянного тока (расположен вертикально в задней части кожуха) с якорем, удлинённый конец *2* которого выходит на переднюю часть, и механической системы рычажков с пружинами, взаимодействующими с якорем электромагнита. На фиг. 66 педальная электрическая замычка замкнута. Если потянуть за хомутик *1* вниз, то муфта *3*, неподвижно укреплённая на стержне *4* замычки, упрётся в упорный рычажок *5*; тогда движение хомутика *1* вниз, а следовательно, и связанного с ним стержня блок-механизма станет невозможным. На фиг. 67 показано положение после прохождения электрического тока через обмотки электромагнита замычки. Якорь электромагнита притянулся и передний его конец *2* опустился вниз. Рычаг *6* повернулся и про-



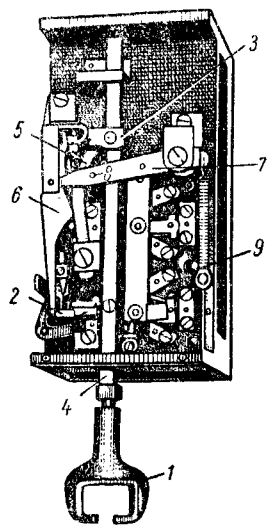
Фиг. 63. Эскиз индуктора



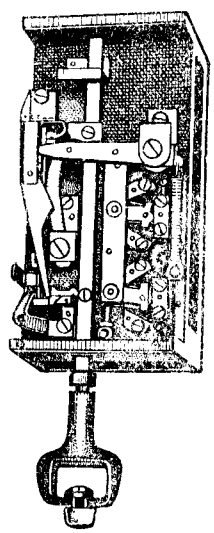
Фиг. 64. Вызывная кнопка



Фиг. 65. Звонок



Фиг. 66. Педальная электрическая замычка замкнута



Фиг. 67. Педальная электрическая замычка отомкнута

Таблица 14

Характеристики приборов полуавтоматической блокировки

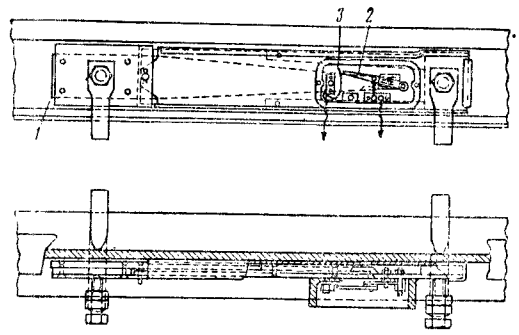
Наименование прибора	Сопротивление обмоток в *ом*	Провод		Количество витков	Рабочий ток в *ма*	Дополнительные требования
		марка	диаметр в *мм*			
Блок-механизм	2×30±10%	ПЭЛ	0,35	2 550	30	Колебание якоря между полюсными наконечниками с агатовыми камнями ограничивается 6 *мм*. Зазор между полюсными наконечниками и якорем не менее 0,2 *мм*. Расстояние между полюсами 7 *мм*. Сопротивление изоляции 1 *мгом*
Индуктор 6-магнитный *1512* (вес — 11,5 *кг*)	250±10%	ПШД	0,2	3 900		Индуктор при вращении рукоятки со скоростью 150 об/мин. должен давать: 9-магнитный не менее 85 *в* переменного тока и 65 *в* пульсирующего тока, 6-магнитный—соответственно 60 и 45 *в* при включении в цепи с активной нагрузкой 1 000 *ом*. Сопротивление изоляции не менее 2 *мгом*. Испытание на пробой производится от трансформатора мощностью не менее 0,5 *квт* напряжением 1 000 *в* 50 *гц*
Индуктор 9-магнитный *1521* (вес — 13,5 *кг*)	215±10%	ПШД	0,25	3 300		
Педальная замычка *1528*	2×16±10%	ПЭЛ	0,45	2 400	60—80	Сопротивление изоляции от корпуса при испытании напряжением 500 *в* должно быть не менее 1 *мгом*. Испытание действия замычки производится трёхкратным заблокированием и отблокированием замычки током 80 *ма*
Педальное реле *3888б*	31±10%	—	—	—	100	
Реле *1529*	16±10%	—	—	—	90	
Реле *9750*	17,4	—	—	—	140 ток отг. 14	
Электрическая замычка переменного тока *1530* и *1531*	2×15±10%	ПЭЛ	0,44	1 700	30	Замычка проверяется в цепи с активным сопротивлением 1 000 *ом* индуктором с вращением рукоятки 150 об/мин. трёхкратным заблокированием и отблокированием
Звонок *1516*	2×26±10%	ПЭЛ	0,35	2 500	50	
Электрический сцепляющий механизм *1541*	2×100±10%	ПЭЛ	0,35	5 300	50—90 ток отп. 5	

пустил рычаг *7*, который своим штифтом *8* отодвинул влево упорный рычаг *5*. Замычка на фиг. 67 показана отомкнутой. Если при заблокировании блок-механизма хомутик *1* будет опущен вниз, муфта *3* опустит вниз рычаг *7*, рычаг *6* повернётся нижним концом влево от нажима рычага *7* на его средний угол, а передний конец якоря *2* станет против нижнего конца рычага *6*. После освобождения хомутика *1* (клавиша блок-механизма отпущена) рычаг *7* повернётся вверх под действием пружины *9*, но зацепится концом за уступ рычага *6*. В это время муфта *3* будет уже выше упорного рычага, который опять подходит под муфту под действием плоской пружины. На случай, когда электрическая замычка не сработает, на передней части её кожуха имеется нормально запломбированный плоский рычажок. Сорвав пломбу, можно этим рычажком от руки опустить вниз передний конец *2* якоря электромагнита и таким образом отомкнуть замычку. Отмыкание замычки вручную должно быть оформлено в журнале.

Ход нажимного стержня $21 + 0{,}5$ *мм*. Заблокирование замычки должно наступать при ходе стержня 11—15 *мм*. Мёртвый ход при заблокированной замычке должен быть 1—1,5 *мм*.

Калибровка пружин в приборах полуавтоматической блокировки приведена в табл. 15.

Рельсовые педали устанавливают под рельсом, на его шейке или сбоку рельса; они служат для автоматического контроля прохода поезда по тому месту, где установлена педаль. Существуют педали разнообразных систем, построенные на различных принципах их взаимодействия с подвижным составом; общим в них является осуществление замыкания (или размыкания) электрической цепи, в которую включён контрольный прибор. В педалях системы Лыкова, применяемых на железных дорогах СССР, нормально контакт не замкнут (фиг. 68). При проходе подвижного



Фиг. 68. Педаль системы Лыкова

состава по рельсу рычаг *1* правым концом опускается вниз и штифтом, укреплённым на конце и входящим в прорез контактного рычага *2*, опускает последний вниз до касания с контактной пружиной *3*.

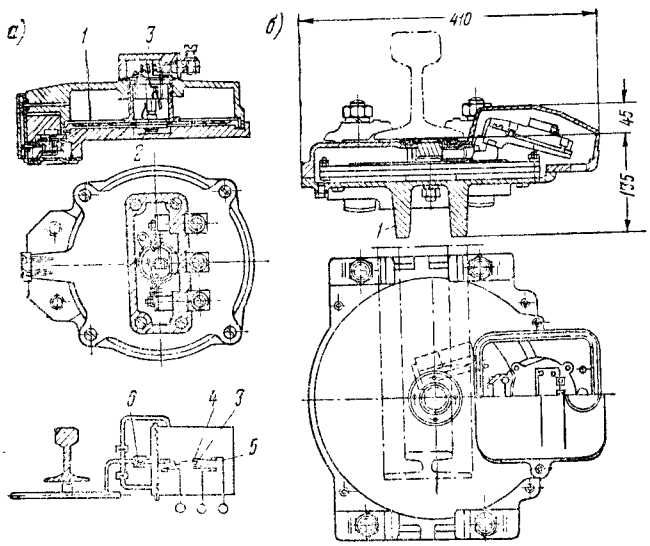
В настоящее время разработана пневматическая (воздушно-мембранная) рельсовая педаль (фиг. 69). Действие педали основано на принципе передачи давления воздуха из

Таблица 15

Калибровка основных пружин в приборах путевой полуавтоматической блокировки

Наименование	Состояние при испытании	Величина сжатия или удлинения в *мм*	Груз в *кг*	Допуск в %
Блок-механизм				
Пружина среднего блокировочного стержня	сжатое	47,5	5,3	±15
Пружина рамки . .	»	104	0,5	±15
Пружина предохранительная среднего блокировочного стержня	»	2	14	±15
Пружина задерживающего рычага	растянутое	3	0,5	±15
Педальная замычка 1528				
Пружина нажимного стержня	растянутое	30	2,0	±15
Пружина отводящего рычага	то же	30	3,0	±15
Пружина контактной системы . . .	»	18	0,2	±15
Пружина, оттягивающая якорь . . .	»	20	0,1	±15
Замычка переменного тока 1530 и 1531				
Пружина нажимного стержня	сжатое	33	0,5	±15
Верхняя пружина к нажимному стержню	растянутое	10	1	±15
Вызывная кнопка 1518				
Пружина, оттягивающая нажимной стержень	сжатое	40	0,5	±15
Пружина, оттягивающая контакты	растянутое	17	0,5	±15
Звонок 1516				
Пружина для оттягивания якоря . .	растянутое	30	1,0	±15
Пружина для закрытия сигнального щитка	то же	38	1,0	±15
Переменные замыкатели 1631 и 1633				
Пружина, оттягивающая двухступенчатый рычаг .	растянутое	25	3,0	±15
Пружина, оттягивающая крючкообразный рычаг . . .	то же	30	1,0	±15

сжимаемой воздушной камеры на контактную систему посредством промежуточного устройства. Воздушная камера состоит из двух шайб: верхней — давящей и нижней — ограничивающей. При прогибе верхней давящей шайбы на 0,1 *мм* объём воздушной камеры уменьшается на 15 *см*³. Давление воздуха передаётся на мембрану *1*, с которой жёстко связан изолированный стержень *2*, управляющий контактной пружиной *3*. В нормальном положении замкнуты контакты *3—4*. При прогибе рельса в педали контакты *3—4* размыкаются и соединяются контакты *4—5*. Размыкание контактов *4—5* замедляется тем, что выход воздуха в обратном направлении затруднён обратным клапаном *6*.



Фиг. 69. Пневматическая рельсовая педаль

Педальные электрические замычки, как правило, применяют в сочетании с педалью, установленной на изолированном рельсе. Принципиальная схема такого устройства показана на фиг. 70.

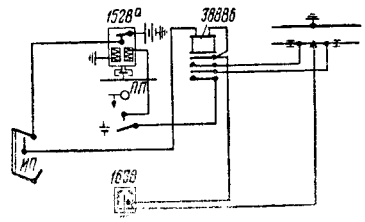
Если блок-механизм отблокирован и сигнал открыт, то при вступлении поезда на изолированный рельс, как только замкнётся контакт педали, сработает педальное реле и своими контактами включит параллельную цепь через изолированный рельс и контакт ригельного стержня блок-механизма на педальную замычку. Однако до прохождения всего состава по изолированному рельсу обмотки педальной замычки шунтируются колёсными парами, и только после схода последней колёсной пары с изолированного рельса педальная замычка сработает.

Переменный замыкатель *1633* (фиг. 71). На рычаге выходного или проходного семафора устанавливается переменный замыкатель (противоповторная замычка) *1633*, осуществляющий зависимость, при которой после открытия семафора и его закрытия семафор нельзя вновь открыть до тех пор, пока блок-механизм, связанный с рычагом, не будет заблокирован, а затем вновь отблокирован.

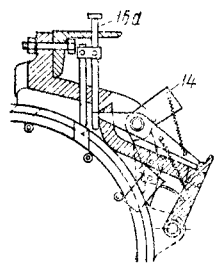
Переменный замыкатель (замычка нажимного стержня) *1631* (фиг. 72) устанавливается на рычагах входных семафоов и обеспечивает, чтобы до заблокирования блок-механизма *ПП* входной семафор был открыт и закрыт.

На фиг. 71 и 72 положение соответствует положению рычага после открытия семафора и затем его закрытия.

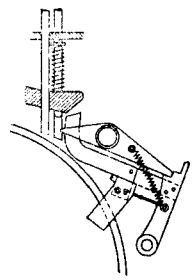
Электрический сцепляющий механизм устанавливают на семафорах для автоматического закрытия крыла. Кроме этого электрический сцепляющий механизм применяют для связи диска сквозного прохода, устанавливаемого на входных семафорах, с верхним крылом последнего. Реже электрический сцепляющий механизм применяют для связи третьего крыла со вторым в трёхкрылых семафорах.



Фиг. 70. Схема включения педальной замычки



Фиг. 71. Переменный замыкатель *1633*



Фиг. 72. Переменный замыкатель *1631*

Электрические сцепляющие механизмы применяют двух типов: *1541* и *536*.

На фиг. 73 показан электрический сцепляющий механизм *1541*. Он состоит из электромагнита *Э* с якорем *27*, вращающимся совместно с полуспиленной осью *28*, и системы рычагов.

Нормально механизм находится в положении, показанном на фиг. 74,*а*. При открытии семафора приводной рычаг *42* поворачивается по часовой стрелке на 20° до упора ролика *56* в выступ приводного рычага *41* (фиг. 74,*б*).

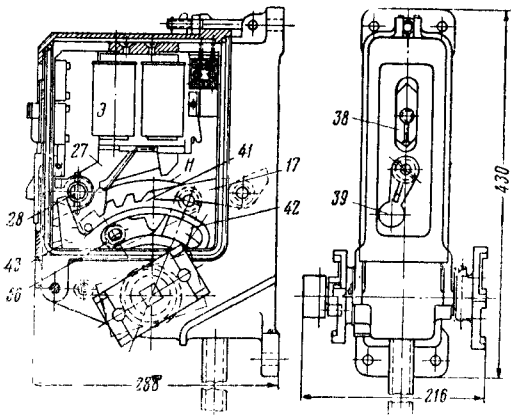
Если электромагнит возбуждён, накладка *Н*, зацепив роликом *56* за выступ рычага *41* поворачивает последний на 45° (фиг. 74,*в*) и семафор открывается.

Если тока в электромагните нет, якорь отпадает и совместно с ним поворачивается полуспиленная ось (фиг. 74,*г*). Ролик *56* проскакивает, не переводя рычага *41*. Сигнальный привод вращается вхолостую.

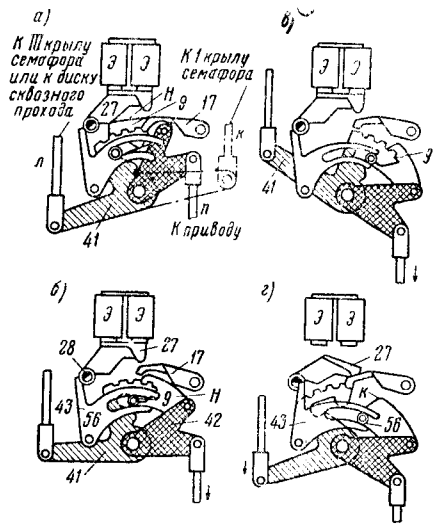
Если при открытом семафоре электромагнит остаётся без тока, якорь отпадает и полуспиленная ось даёт возможность рычагу *41* повернуться назад под действием тяжест

крыла, которое поворачивается вниз, — семафор закрывается.

Электросцепляющий механизм *536* (фиг. 75) состоит из электромагнита *1*, трёх внутренних рычагов *2*, *3*, *4*, двух наружных рычагов *5* и *6* (фиг. 76,*а*), двух групп контактов *7* и успокоителя *8* (демпфер). На фиг. 76,*б* показано нормальное положение частей механизма, на фиг. 76,*в*—положенне, при котором возможно открыть семафор. Ролик рычага *3* нажимает на плоскость *П* рычага *4*. На фиг.



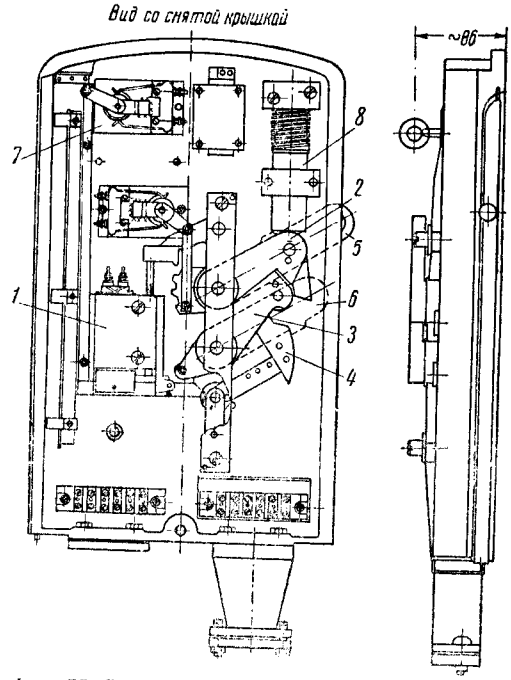
Фиг. 73. Электросцепляющий механизм *1541*



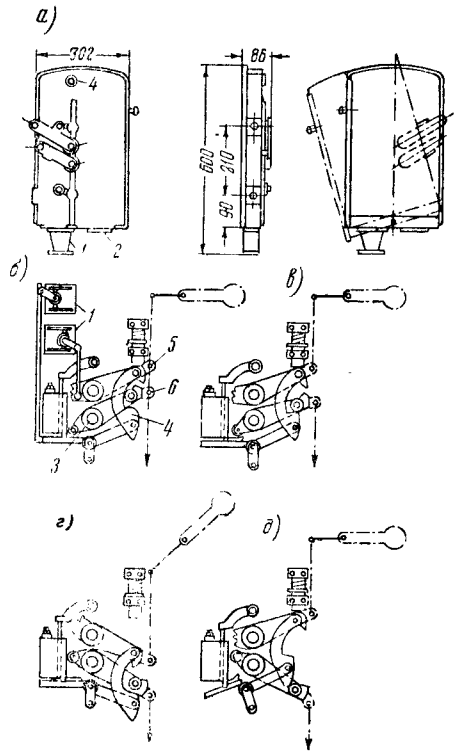
Фиг. 74. Работа электросцепляющего механизма *1541*

76, *г* крыло семафора открыто. При прекращении тока в электромагните ось *Д3* теряет опору, и цапфа, повернувшись около оси *Д4* влево, отводит рычаг *4* в сторону. Рычаги *5* и *6* расцепляются, крыло поворачивается и становится в горизонтальное положение.

Электрозаводной механизм применяется для управления предупредительным диском, если включение привода диска в общие гибкие тяги с семафором затруднено. Электрозаводной механизм (фиг. 77) состоит из электромагнита с якорем, управляющим спускными крючками, и из системы зубчатых передач и рычагов заводного механизма. Открытие и закрытие диска совершается грузом, действующим на вал, вращение которого передаётся через

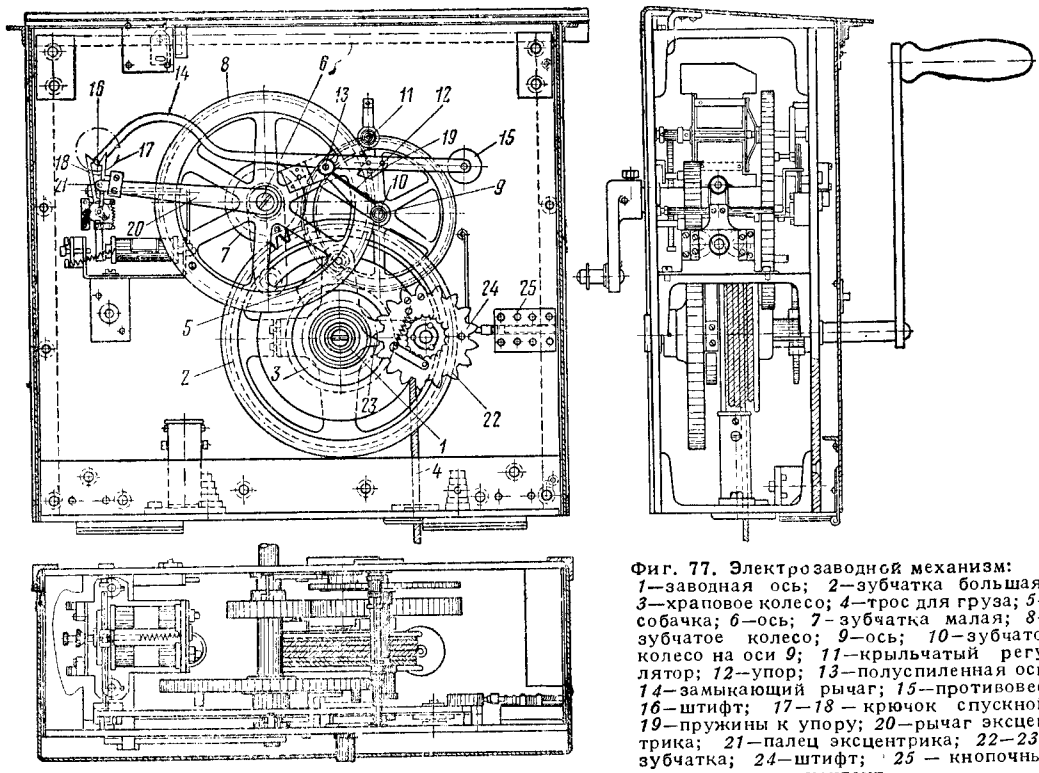


Фиг. 75. Электросцепляющий механизм *536*



Фиг. 76. Работа электросцепляющего механизма *536*

систему зубчатых колёс на тягу, связанную с диском. Якорь электромагнита управляет



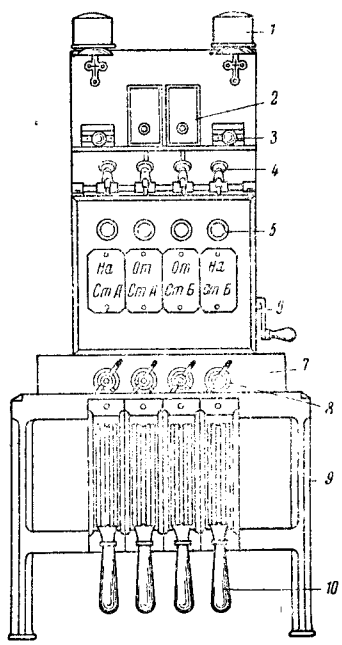
Фиг. 77. Электрозаводной механизм: *1*—заводная ось; *2*—зубчатка большая; *3*—храповое колесо; *4*—трос для груза; *5*—собачка; *6*—ось; *7*—зубчатка малая; *8*—зубчатое колесо; *9*—ось; *10*—зубчатое колесо на оси *9*; *11*—крыльчатый регулятор; *12*—упор; *13*—полуспиленная ось; *14*—замыкающий рычаг; *15*—противовес; *16*—штифт; *17—18* — крючок спускной; *19*—пружины к упору; *20*—рычаг эксцентрика; *21*—палец эксцентрика; *22—23*—зубчатка; *24*—штифт; *25* — кнопочный контакт

двумя спускными крючками *17* и *18*, одии из которых запирает систему в закрытом положении диска, а другой — в открытом. Притягиваясь к полюсным наконечникам, икорь освобождает спускной крючок, и система поворачивается на 180° под действием груза. Один полуоборот системы соответствует открытию, второй — закрытию диска.

ОДНОСТОРОННЯЯ (ДВУХПУТНАЯ) ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА

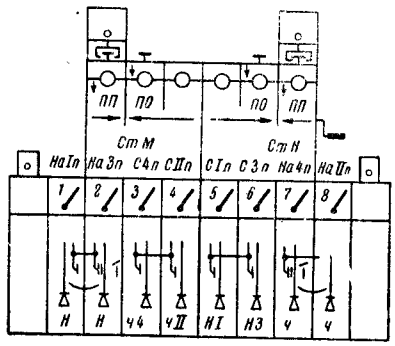
При односторонней (двухпутной) полуавтоматической блокировке для каждого главного пути перегона предусматривается в блок-аппаратах один блок-механизм (далее сокращённо называемый «блок»). Эти блоки называются путевыми. Для путей, по которым поезда отправляются со станции, они получили название *ПО* (путевого отправления), для путей, по которым станция принимает поезда,— *ПП* (путевого приёма). На промежуточной станции двухпутного участка, оборудованного односторонней полуавтоматической блокировкой, имеется четыре путевых блока: два *ПО* и два *ПП*. На фиг. 78 показан аппарат станции, на которой управление только выходными семафорами производится от дежурного по станции, а на фиг. 79 показана схема аппарата промежуточной станции, на которой управлеиие выходными и входиыми семафорами совершается из помещения дежуриого по станции. Нормально блоки *ПО* отблокированы, блоки *ПП* заблокированы. Педальные замычки также заблокированы.

При отправлении поезда, например, с первого главного пути дежурный по станции поворачивает влево рукоятку *5* и переводит рычаг *Н1* (фиг. 79). После выхода поезда дежурный по станции закрывает семафор,



Фиг. 78. Общий вид блок-аппарата промежуточной станции: *1* —блокировочный звонок: *2*—педальная замычка; *3*—звонковая кнопка; *4*—нажимные клавиши; *5*—блок-очко; *6*—ручка индуктора; *7*—ящик зависимости; *8*—маршрутная рукоятка; *9* — рычажная станина; *10*—сигнальные рычаги

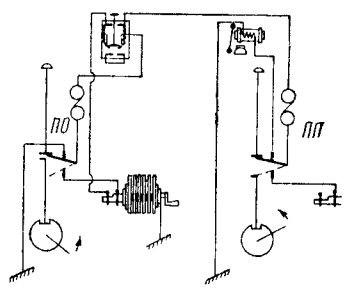
ставит рукоятку *5* назад в нормальное положение и заблокировывает блок *ПО* (в окошечке его появляется красный цвет), связанный со ст. *Н*. После этого дежурный по станции по телефону сообщает дежурному по



Фиг. 79. Схема блок-аппарата промежуточной станции

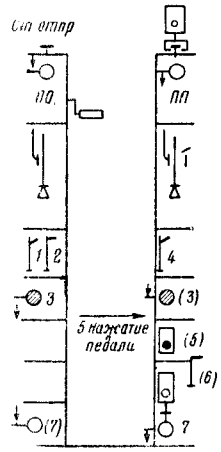
станции *Н* об отправлении поезда. Блок *ПО* отблокировывается (в его окошечке снова появляется белый цвет) со ст. *Н*, когда она примет отправленный к ней поезд.

При приёме поезда дежурный по станции поступает следующим образом. Получив о выходе поезда блокировочный сигнал в блоке *ПП* (в его окошечке появится красный цвет) и уведомление по телефону, например, со ст. *М*, дежурный по станции приготовляет маршрут приёма и запирает его. После этого он поворачивает маршрутную рукоятку и открывает входной семафор. При входе поезда на станцию, когда он будет проходить по изолированному рельсу с педалью, отомкнётся педальная замычка (в её окошечке появится красный цвет). Дежурный закрывает входной семафор и ставит назад вправо маршрутную рукоятку. Убедившись, что поезд прибыл в полном составе, дежурный по станции заблокировывает блок *ПП* (одновременно замыкается педальная замычка), в результате чего на ст. *М*, откуда прибыл поезд, отблокируется блок *ПО*.

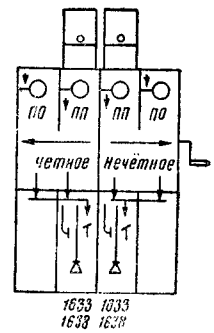


Фиг. 80. Схема соединения сопряжённых путевых блоков

Схема соединения сопряжённых путевых блоков *ПО* и *ПП* показана на фиг. 80. Последовательность действий на аппаратах условно записывается цифрами с изображением приборов (фиг. 81). Цифра без скобок обозначает непосредственно совершаемое действие, цифра в скобках, — действие, являющееся результатом непосредственного действия с тем же номером. Схему аппарата блок-поста см. на фиг. 82. На блок-посту клавиши спарены и рычаги проходных семафоров замыкаются бло-



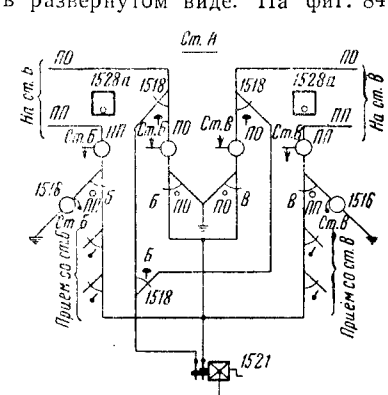
Фиг. 81. Последовательность действий путевой блокировки



Фиг. 82. Схема аппарата блок-поста

ками *ПО* и *ПП* каждый попарно. Например, проходной семафор чётного направления может быть открыт, если по выходе чётного поезда к блок-посту будет отблокирован блок *ПП*. После прохода поезда при открытом чётном семафоре отомкнётся педальная замычка. Закрыв проходной семафор, дежурный посредством спаривающей клавиши одновременно нажимает блоки *ПО* и *ПП* (а также замыкает педальную замычку) и заблокировывает их. В результате на позадилежащем блок-пункте отблокируется блок *ПО*, а на впередилежащем блок-пункте отблокируется блок *ПП*.

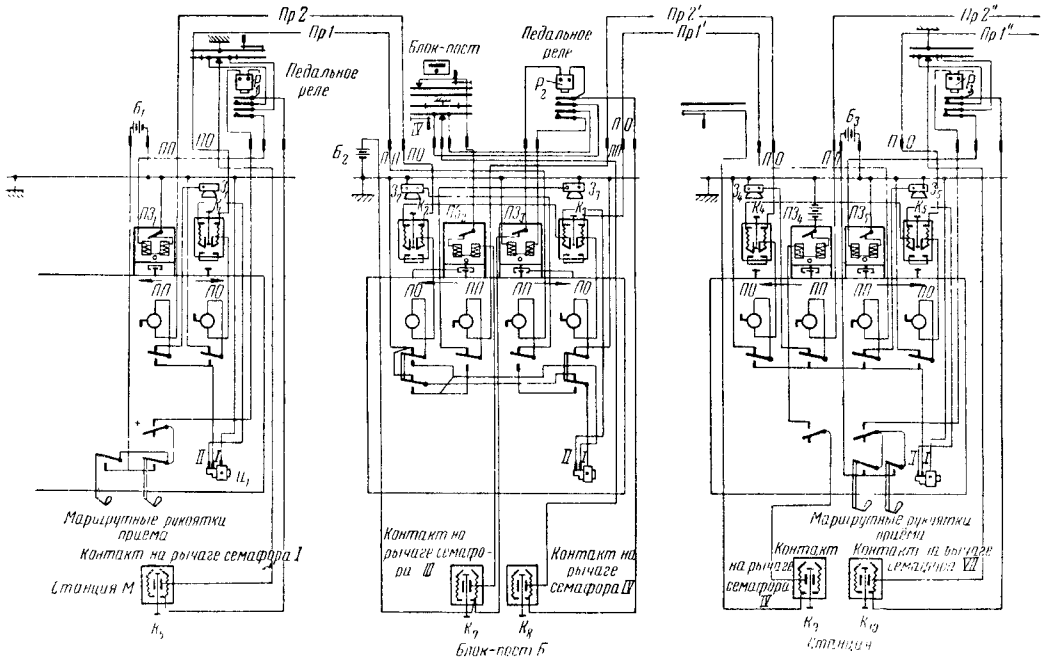
Электрические схемы аппаратов односторонней полуавтоматической блокировки представлены на фиг. 83—85. На фиг. 83 представлена схема аппарата промежуточной станции в развёрнутом виде. На фиг. 84 пока-



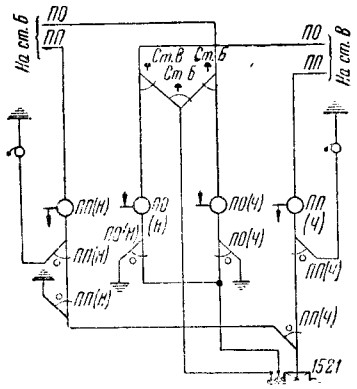
Фиг. 83. Схема токопрохождения блок-аппарата промежуточной станции

зана монтажная схема аппаратов блок-поста конечной и промежуточной станций, на фиг. 85—схема токопрохождения блок-аппарата путевого блок-поста. Электрические схемы

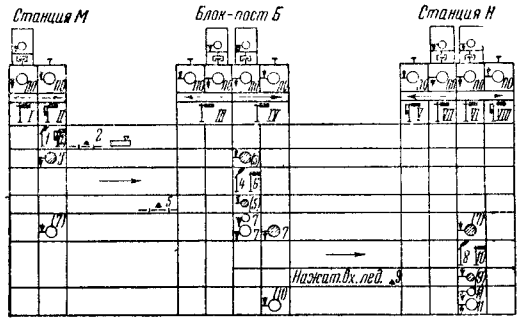
аппаратов дополняются схемами последовательности действий (фиг. 86), которые облегчают чтение электрических схем аппаратов.



Фиг. 84. Монтажная электрическая схема блок-аппаратов блок-поста конечной и промежуточной станций



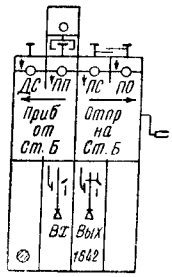
Фиг. 85. Схема токопрохождения блок-аппарата путевого блок-поста



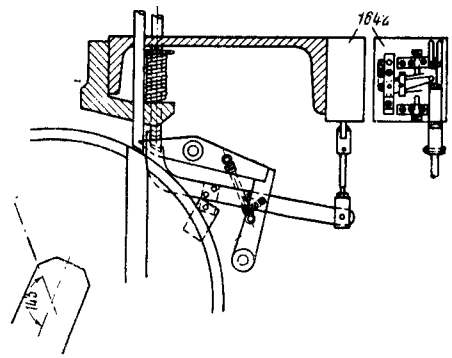
Фиг. 86. Схема последовательности действий при двухпутной блокировке

ЧЕТЫРЁХОЧКОВАЯ ДВУСТОРОННЯЯ (ОДНОПУТНАЯ) ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА

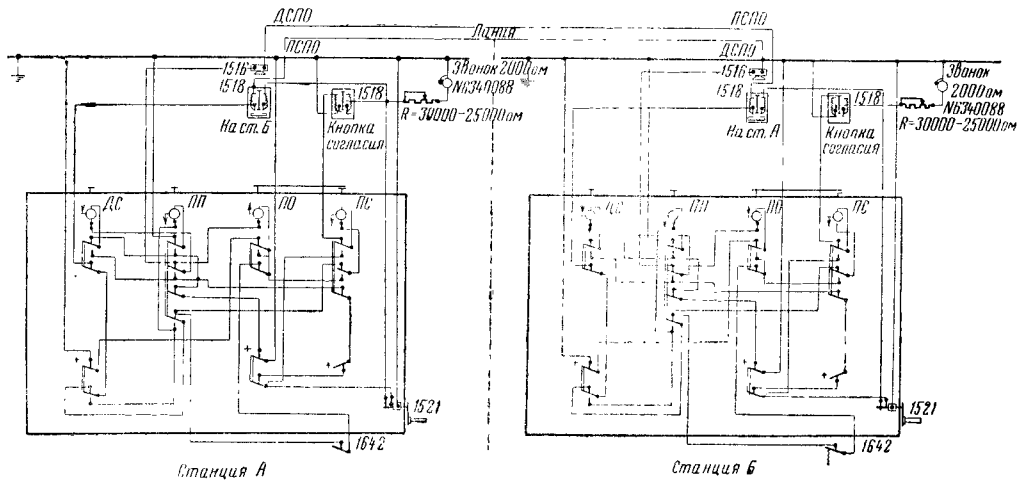
В блок-аппаратах путевой блокировки для однопутных перегонов, применяющейся на дорогах СССР, предусматривается по четыре путевых блока на каждой станции (фиг. 87): *ДС* — дачи согласия, *ПП* — путевой приёма, *ПС* — получения согласия и *ПО* — путевой отправления. Над блоком *ПП* установлена электрическая педальная замычка для контроля прибывающих поездов. Клавиши блоков *ПС* и *ПО* спарены таким образом, что блок *ПС* можно нажать отдельно (при возвращении согласия), а блок *ПО* — только совместно с блоком *ПС*. На рычаге выходного семафора устанавливают переменный замыкатель с переключателем *1642*. Этот переключатель меняет коммутацию при срабатывании переменного замыкателя, т. е. электрически устанавливает факт открытия выходного семафора (фиг. 88). Электрическая схема построена таким образом, что вернуть полученное согласие можно до тех пор, пока не произойдёт переключения контактов переключателя *1642*. Электрическая схема двусторонней четырёхочковой полуавтоматической блокировки показана для конечной станции, ограничивающей однопутный перегон, на фиг. 89—90 — в монтажном виде и на фиг. 91 — в развёрнутом виде. Схема последовательности действий показана на фиг. 92.



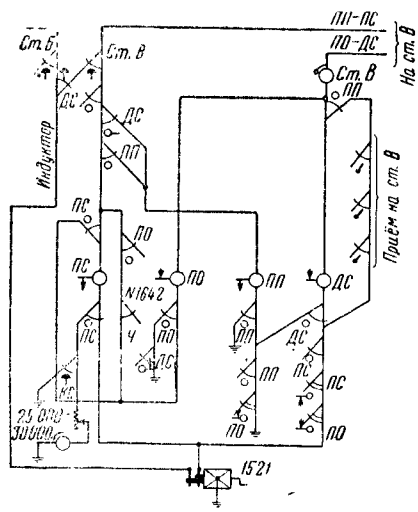
Фиг. 87. Схема аппарата однопутной блокировки



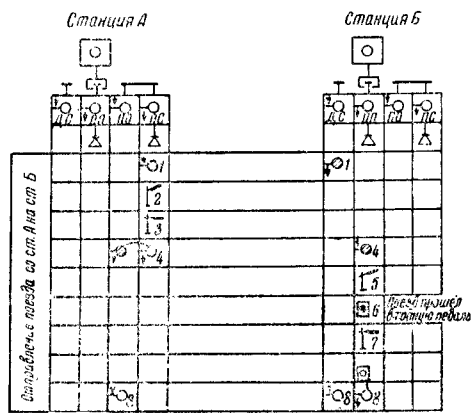
Фиг. 88. Связь переменного замыкателя с переключателем *1642*



Фиг. 89—90. Монтажная схема аппаратов конечной станции однопутной блокировки



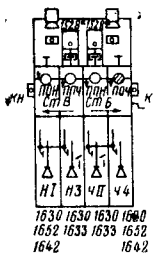
Фиг. 91. Схема токопрохождения конечного аппарата однопутной блокировки



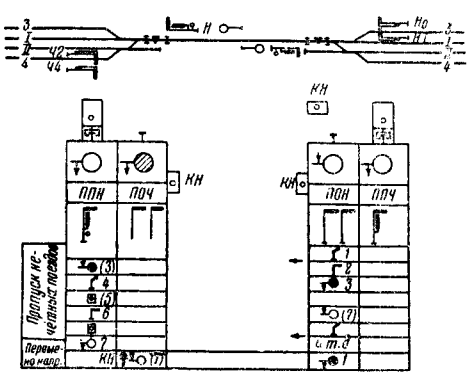
Фиг. 92. Схема последовательности действий при однопутной блокировке

ДВУХОЧКОВАЯ ДВУСТОРОННЯЯ (ОДНОПУТНАЯ) ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА [1]

Четырёхочковая однопутная полуавтоматическая блокировка не увязана по количеству аппаратуры с двухпутной полуавтоматической блокировкой. Поэтому при временных переходах с двухпутного движения на однопутное действие блокировки сохраняется по-

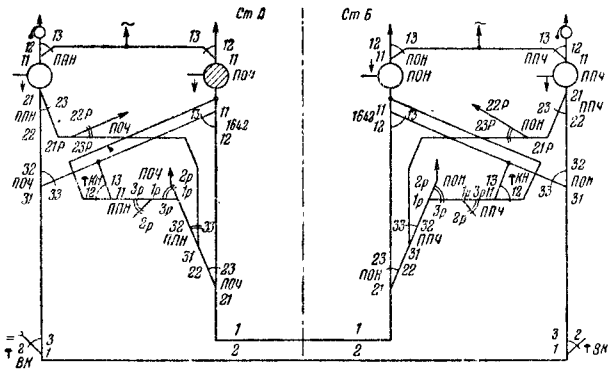


Фиг. 93. Общий вид аппарата двухочковой блокировки для промежуточной станции



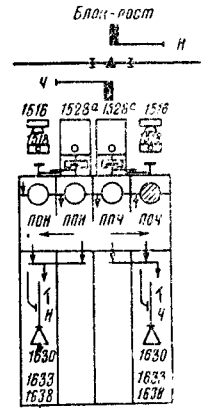
Фиг. 94. Схема последовательности действий на аппаратах двухочковой блокировки

средством применения двухочковой однопутной полуавтоматической блокировки системы ЦНИИ. В этой системе в аппарате каждой из



Фиг. 95. Схема токопрохождения двухочковой блокировки

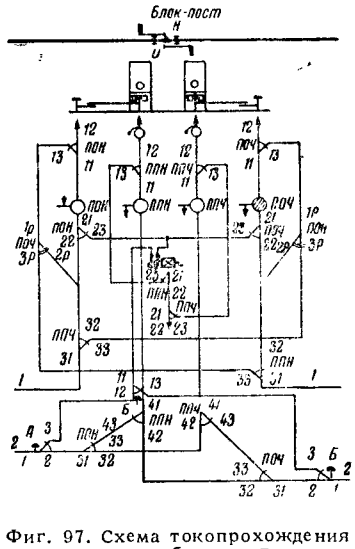
станций, ограничивающих однопутный перегон, предусмотрено два блока: *ПО* и *ПП*. На сигнальном рычаге устанавливается под блоком *ПО* переменный замыкатель *1652*, имеющий вырез в упорном рычажке и поэтому позволяющий нажать блок *ПО* и без открытия семафора. С переменным замыкателем связан контактный переключатель *1642*. Общий вид аппарата промежуточной станции однопутного участка показан на фиг. 93, схема последовательности действий на аппаратах двух смежных станций — на фиг. 94, схема токопрохождения — на фиг. 95, схема аппарата блок-поста — на фиг. 96. Особенностью аппарата блок-поста является спаривание блоков *ПО* и *ПП* таким образом, что блок *ПО* может блокироваться отдельно от блока *ПП*, что необходимо при перемене направления движения поездов.



Фиг. 96. Схема аппарата блок-поста двухочковой блокировки

Схема токопрохождения аппарата блок-поста показана на фиг. 97, схема последовательности действий — на фиг. 98.

Двухочковая однопутная полуавтоматическая блокировка построена таким образом, что при отсутствии поездов на перегоне блоки *ПО* одного направления находятся в отблокированном положении (на фиг. 94—98 блоки *ПО* нечётного направления) и в этом направлении поезда могут двигаться по блокировке так же, как и при односторонней блокировке,

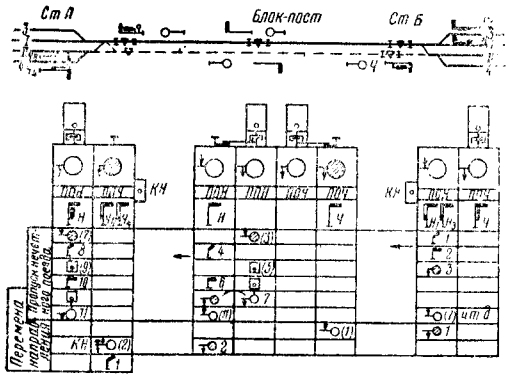


Фиг. 97. Схема токопрохождения аппарата блок-поста

по одному из путей на двухпутном перегоне. Если требуется пропустить поезд другого направления (чётного), то при свободном пере-

[1] Утверждена ЦШ МПС 3/XI 1949 г. для опытных участков.

гоне система должна быть установлена для движения поездов в этом другом (чётном) направлении, причём и в этом случае движение совершается аналогично движению при одно-



Фиг. 98. Схема последовательности действий блок-поста

сторонней (двухпутной) блокировке. В перемене направления участвуют оба дежурных по станции (фиг. 94): один заблокировывает блок *ПО*, другой в это время нажимает кнопку *КН* (кнопка направления).

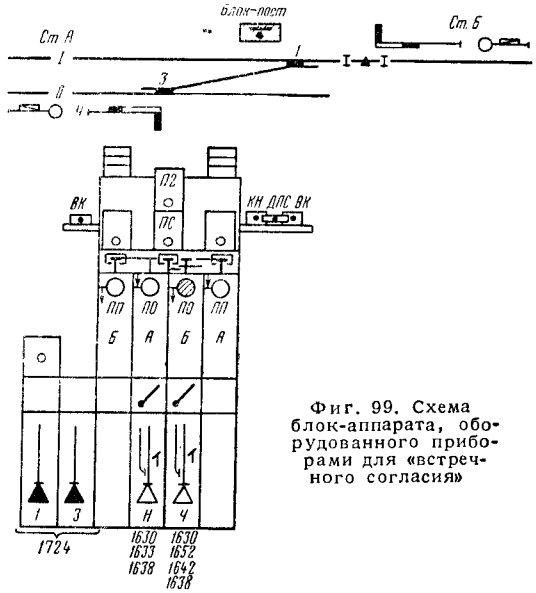
ДВУХОЧКОВАЯ ОДНОПУТНАЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА С «ВСТРЕЧНЫМ СОГЛАСИЕМ» [1]

Двухочковая однопутная полуавтоматическая блокировка с «встречным согласием» предназначается для тех однопутных линий, где уложены двухпутные вставки с целью повышения их пропускной способности.

В системе предусмотрена возможность заблаговременной подачи согласия на отправление поезда, а именно: после отправления, например, чётного поезда дежурный по станции может дать на соседнюю станцию заблаговременно так называемое «встречное согласие» на отправление нечётного поезда.

На основе полученного заблаговременно «встречного согласия» дежурный по станции после приёма в рассматриваемом случае чётного поезда может отправить на освободившийся перегон нечётный поезд уже без участия дежурного по станции, откуда получено «встречное согласие», но только с последующим уведомлением об отправлении.

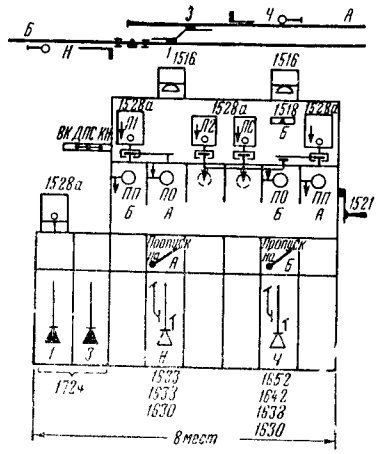
На станциях, ограничивающих перегон, в блок-аппаратах предусмотрены (фиг. 99): два блока *ПО* и *ПП*, педальная замычка над блоком *ПП*, замычка постоянного тока *ПС* и замычка постоянного тока *П2*. Кнопок три: вызывная *ВК*, направления *КН* и дачи предварительного согласия *ДПС* (при нажатии кнопки *ДПС* работают одновременно кнопки *ВК* и *КН* как спаренные). Замычки *ПС* и *П2* рычажков для искусственного отмыкания их вручную не имеют и могут отмыкаться только электрическим током. Между клавишами *ПО* и замычками *ПС* и *П2* сделана связь: при нажатии блока *ПО* нажимается клавиша замычек *ПС* и *П2*; клавиша замычек *ПС* и *П2* может нажиматься отдельно. У замычек *ПС* и *П2* упорный рычажок *30* снят и поэтому клавиша их может нажиматься независимо от состояния замычек, однако после каждого нажатия замычки остаются замкну-



Фиг. 99. Схема блок-аппарата, оборудованного приборами для «встречного согласия»

тыми и отомкнуться могут только от прохождения тока через обмотки их электромагнитов.

На фиг. 99 замычка *П2* расположена над замычкой *ПС*. При наличии в блок-аппарате свободных мест их можно располагать рядом, а зависимость между клавишами целесообразно делать через ось (фиг. 100).

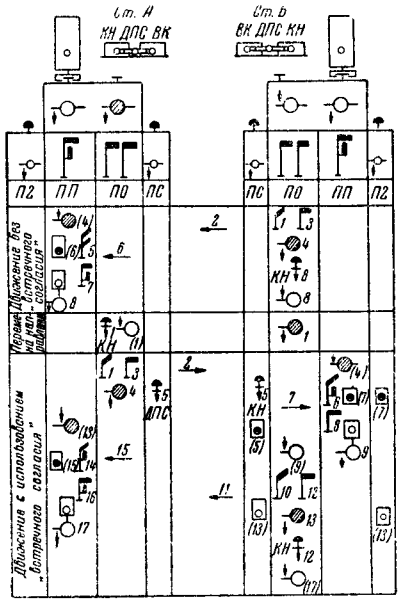


Фиг. 100. Схема зависимости между клавишами

Схема последовательности действий показана на фиг. 101. Из схемы видно, что движение поездов может совершаться либо с использованием «встречного согласия», либо без него. Электрическая схема (фиг. 102) построена таким образом, что подача «встречно-

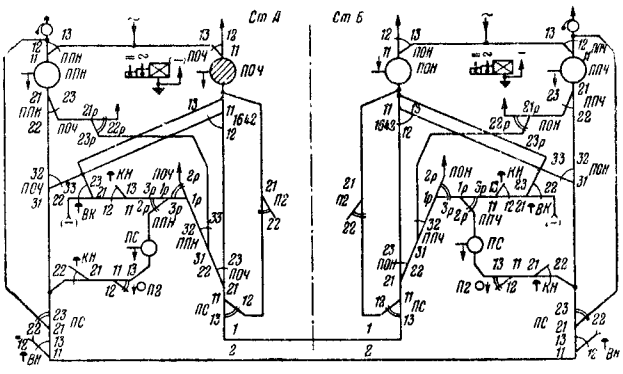
[1] Утверждена ЦШ МПС 3/XI 1949 г. для опытных участков.

го согласия» осуществляется только в случае, если одна станция отправила поезд (блоки *ПО* и *ПП* заблокированы), а другая станция получила «отправление» (блок *ПО* заблокирован, а блок *ПП* отблокирован). Подача согласия осуществляется пульсирующим то-



Фиг. 101. Схема последовательности действий двухочковой блокировки с «встречным согласием»

ком по двухпроводной цепи. Если при наличии «встречного согласия» от прибывающего поезда замычка *П2* не сработает, дежурный по станции не сможет воспользоваться «встречным согласием». Он должен его погасить, нажав на клавишу, и затем дать «прибытие» на



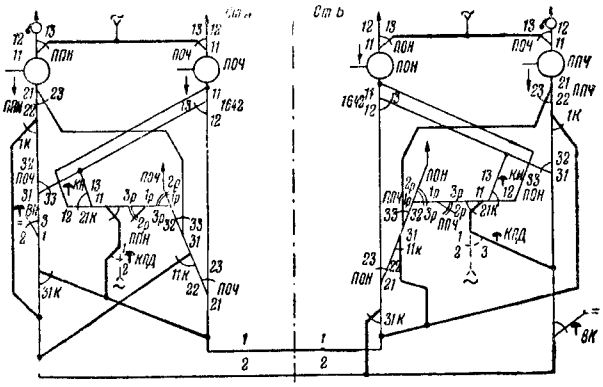
Фиг. 102. Схема токопрохождения двухочковой блокировки с «встречным согласием»

соседнюю станцию. После этого он может совместно с дежурным соседней станции изменить направление и отправить от себя поезд.

Система допускает открытие блок-постов на перегоне, причём устройство аппаратов блок-постов одинаково с устройством, показанным на фиг. 96—98, с той лишь разницей, что кнопки *ДПС* переносятся со станции на блок-пост, где и включаются в схему, изображённую на фиг. 97.

ДВУХПУТНО-ОДНОПУТНАЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА

Двухпутно-однопутная полуавтоматическая блокировка предназначается для двухпутных линий, где требуется периодический переход на однопутное движение и обратно. Материальная часть системы (блок-механизм, замычки, рычаги и пр.) одинакова и для двухпутного и для однопутного перегонов, разница состоит только в электрической схеме вклю-



Фиг. 103. Схема токопрохождения двухпутно-однопутной блокировки

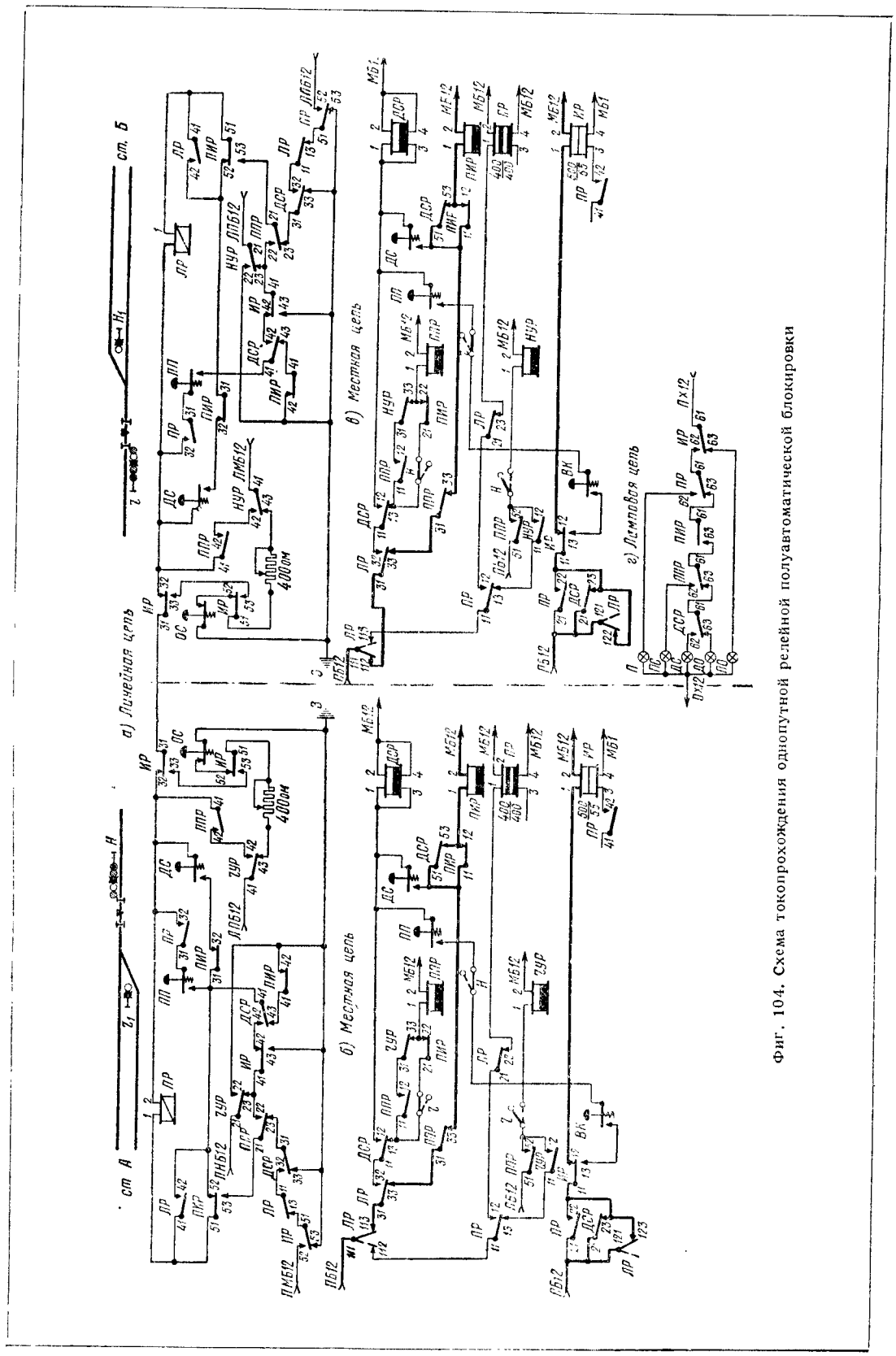
чения. На аппаратах добавлены коммутаторы направления, посредством которых электрическая схема может переключаться с двухпутного движения на однопутное и наоборот. На фиг. 103 толстыми линиями показана та часть схемы, которая переключается при переводе коммутаторов направления *К*.

РЕЛЕЙНАЯ ОДНОПУТНАЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА[1]

Схема токопрохождения блокировки состоит из двух основных частей: линейной и местной (фиг. 104).

К линейной части схемы относятся линейные реле типа *КР1*, устанавливаемые по одному на каждой станции, и кнопок: дачи согласия — *ДС*, путевого прибытия — *ПП* и отмены согласия — *ОС*. Линейные реле соседних станций соединяются между собой линейным проводом и служат для передачи блокировочных сигналов между станциями. Нормально линейные реле без тока, причём на ст. *А* в нормальном положении замкнуты переведённые контакты поляризован-

[1] Утверждена ЦШ МПС 25/IV 1950 г. в качестве типовой.

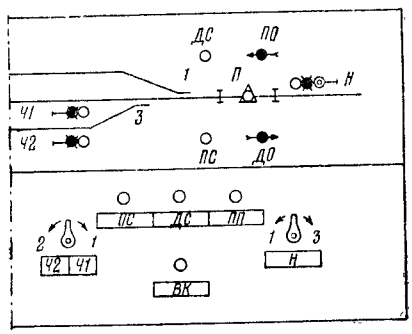


Фиг. 104. Схема токопрохождения однопутной релейной полуавтоматической блокировки

ного якоря (*111—113* и *121—123*), а на ст. *Б* — нормальные контакты (*111—112*, *121—122*).

К местной части схемы относятся сигнальные реле *ЧУР* или *НУР*, противоповторное реле *ППР*, реле предварительного извещения *ПИР* и реле дачи согласия *ДСР*.

В качестве аппаратов управления релейной полуавтоматической блокировки можно применять сигнальные централизаторы автоблокировки и аппараты релейной централизации. На аппаратах необходимо предусматривать рукоятки, кнопки и контрольные лампы (фиг. 105).



Фиг. 105. Пульт управления однопутной релейной блокировки

Для рассмотрения электрической схемы принята работа системы при движении поезда от ст. *А* до ст. *Б*.

При нажатии кнопки *ДС* на ст. *Б* срабатывает реле *ДСР*, и в линию через кнопку *ДС* (помимо реле *ЛР*) посылается ток согласия. В результате этого на ст. *А* линейное реле возбуждается и своим контактом в местной цепи возбуждает реле *ППР* и обесточивает реле *ПИР*. Одновременно в линейную цепь подключается батарея.

Когда на ст. *Б* кнопка *ДС* возвращается в нормальное положение, линейное реле ст. *Б* также подключается к линии через контакт *ПИР* (*51*, *52*) и окончательно остаётся под током через собственный контакт (*41*, *42*), причём устанавливается цепь непрерывно подаваемого согласия со ст. *Б* на ст. *А*. Реле *ПИР* на ст. *Б* остаётся без тока.

На ст. *А* загорается указатель получения согласия *ПС*, а на ст. *Б* — дачи согласия *ДС*.

Дежурный по ст. *А* поворачивает сигнальную рукоятку выходного светофора для его открытия. Сигнальное реле *ЧУР* на ст. *А* возбуждается.

В результате этого происходят переключения в линейной цепи на ст. *А* и на ст. *Б*, а именно:

а) на ст. *А* переключаются полюсы батареи;

б) на обеих станциях, в связи с перелётом на ст. *А* контактов реле *ЧУР*, линейные реле остаются без тока;

в) на ст. *Б* разрывается коитакт *41*, *42 ЛР* и батарея ст. *Б* автоматически отключается.

В следующий момент перебрасывается поляризованный якорь линейного реле на ст. *Б*. Контакт *111*, *112 ЛР* разрывается и реле *ИР* остаётся без тока, в результате чего на ст. *Б* отключается от линии линейное реле *ЛР* и происходит переключение полюсов батареи в линейной цепи. Когда по истечении замедления реле *ППР* на ст. *А* отпускает якорь и, разрывая фронтовые контакты, выключает из линейной цепи батарею на ст. *А* под действием батареи ст. *Б*, линейное реле ст. *А* перебрасывает поляризованный якорь и притягивает нейтральный якорь.

При открытии выходного светофора на ст. *А* гаснет лампочка *ПС* и загорается лампочка *ДО*. В это же время на ст. *Б*, когда реле *ИР* остаётся без тока и отпускает якорь, гаснет лампочка *ДС* и загорается лампочка *ПО*.

Дежурный по ст. *Б* открывает светофор и поезд следует на станцию. При проследовании поездом изолированного рельса первоначально возбуждается реле *ПР*. После этого возбуждается реле *ИР*, в результате чего батарея на ст. *Б* выключается из линии, линейное реле *ЛР* на ст. *А* остаётся без тока и на ст. *Б* загорается лампа *П*.

Дежурный по ст. *Б*, предварительно поставив нормальную рукоятку *Ч*, нажимает кнопку подачи прибытия *ПП*. Реле *ДСР* возбуждается и этим посылает блокировочный сигнал прибытия; в результате этого на станциях *А* и *Б* перебрасываются поляризованные якори, и реле *ПИР* возбуждаются. Схема блокировки приходит в исходное положение.

На ст. *А* гаснет лампа *ДО*, а на ст. *Б* — лампа *П*.

Тип и количество реле, необходимых для оборудования одного однопутного перегона, показаны в табл. 16.

Таблица 16

Релейное оборудование одного однопутного перегона

Наименование реле	Литер	Тип	Количество
Линейное	*ЛР*	КР-I-600	2
Противоповторное.	*ППР*	НР-I-400	2
Дачи согласия . .	*ДСР*	НР-I-400	2
Предварительного извещения	*ПИР*	НР-I-400	2
Сигнальное выходных светофоров (блокировочн.) .	*УР*	НР-I-400	2
Педальное	*ПР*	НР-I-400	2
Педальное	*1ПР*	38886-31	2
Изолированного рельса	*ИР*	НР-I/500/55	2
Вспомогательное*	*ВР*	НР-I-400	2
Для дачи «встречного согласия»* .	*ДВСР*	НР-I-400	2
Получения «встречного согласия»* .	*ПВСР*	НР-I-400	2
Повторитель линейного реле* . .	*ПЛР*	НР-I-900	2

* Для схемы со «встречным согласием».

РЕЛЕЙНАЯ ДВУХПУТНАЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА[1]

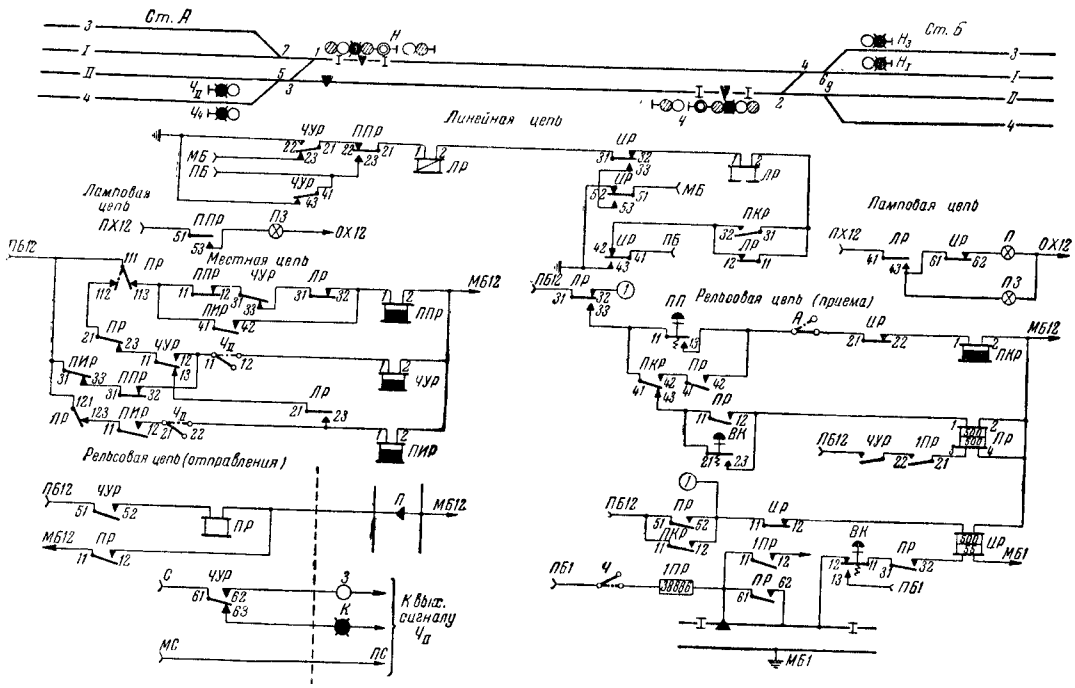
Нормально под током находятся (фиг. 106) линейные реле обеих станций с последовательно включёнными батареями. При откры-

[1] Утверждена ЦШ МПС 25/IV 1950 г. в качестве типовой для железнодорожного транспорта.

тии выходного сигнала на ст. *А* линейное реле на ст. *Б* разрывает контакт *11—12 ЛР*. В результате этого линейное реле *ЛР* и реле *ИР* остаются без тока. Со ст. *Б* на ст. *А* посылается импульс обратной полярности, а линейное реле на ст. *Б* отключается от линии. После отпадания якоря реле *ППР* на ст. *А* линейное реле на этой станции при открытом выходном светофоре отключается от обратного провода, и таким образом устраняется воздействие на него с линии.

При закрытии выходного светофора в линейное реле *ЛР* на ст. *А* включается батарея ст. *Б*, а реле *ПИР* остаётся без тока и исключает возможность получения прибытия, пока с линии не будет снято напряженне, подаваемое со ст. *Б*.

ПИР в цепи реле *ППР*). При нажатии кнопки *ПП* на ст. *Б* реле *ПКР* возбуждается и контактом *31, 32 ПКР* посылается импульс прибытия, в результате чего на ст. *А* перебрасывается поляризованный якорь, реле *ППР*



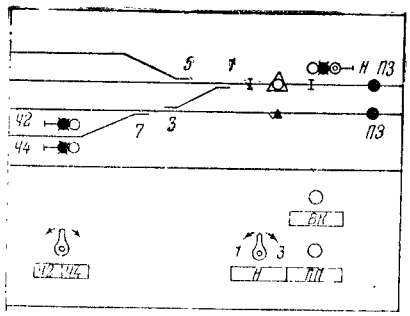
Фиг. 106. Схема токопрохождения двухпутной релейной полуавтоматической блокировки

возбуждается и контактом *21—22 ППР* включает в линию батарею, которая становится последовательно с батареей ст. *Б*.

По истечении замедления реле *ПКР* на ст. *Б* отпускает якорь, так как его питание обрывается контактом *31—33 ЛР*.

Типы реле: *ЛР* — *КР1*-600 и *НР1*-1000; *ППР*, *ЧУР* — *НР*1-400; *ПИР*, *ПКР* — *НР*1-900; *ПР* — *НР*1-1000; *ИР*—*НР*1-500/55, 1*ПР*-38886-31.

На пульте управления предусматриваются кнопки, рукоятки и лампочки (фиг. 107).



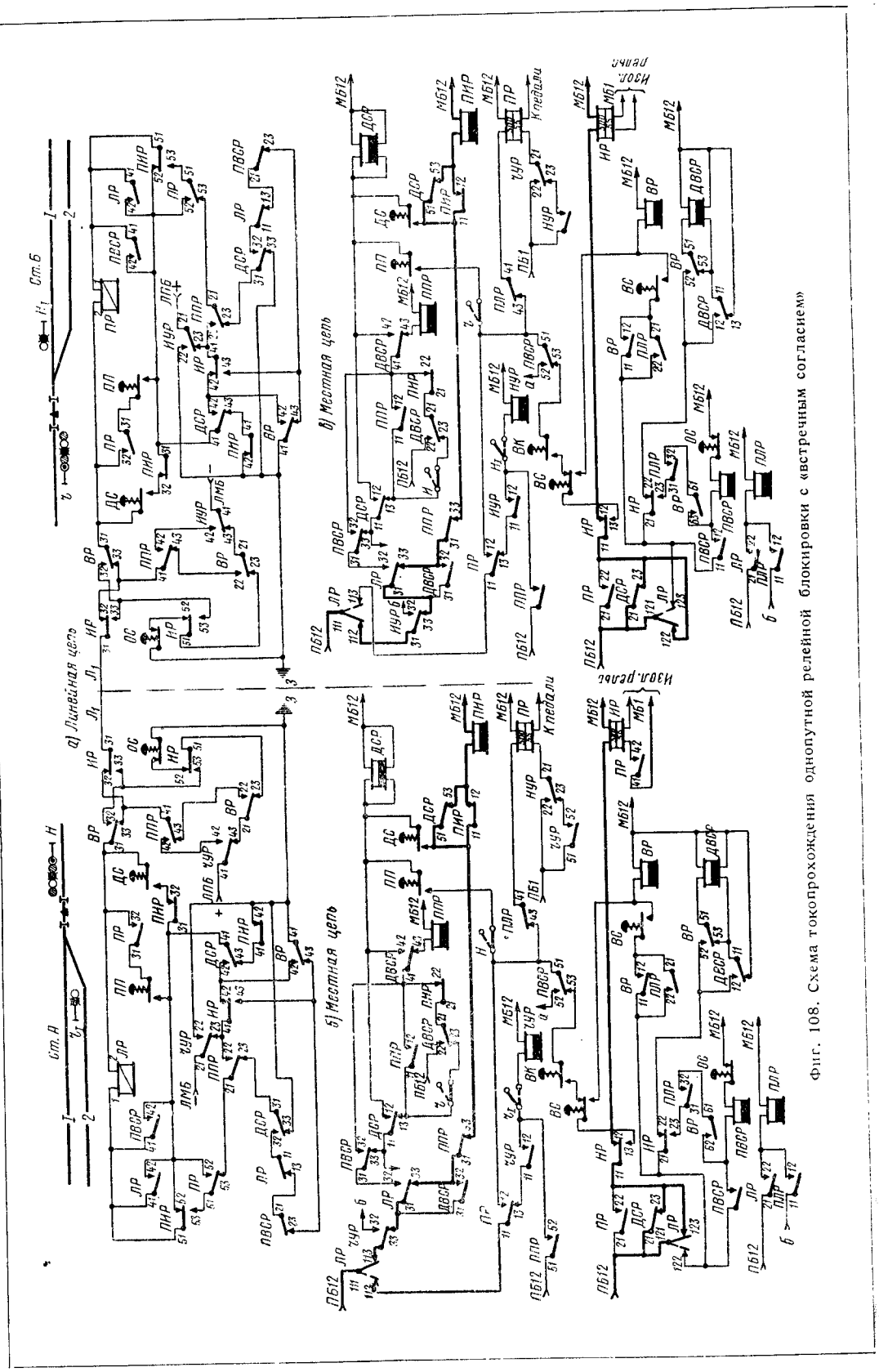
Фиг. 107. Пульт управления двухпутной релейной блокировки

По прибытии поезда на ст. *Б*, когда сработают реле *ПР* и *ИР*, на ст. *А* реле *ПИР* возбуждаются, подготовляя цепь для получения сигнала прибытия (контакт *41—42*

РЕЛЕЙНАЯ ОДНОПУТНАЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА С «ВСТРЕЧНЫМ СОГЛАСИЕМ» [1]

В основу системы (фиг. 108) положена рассмотренная выше однопутная релейная полуавтоматическая блокировка, к которой добавлены приборы для осуществления «встречного согласия». К этим приборам относятся: вспомогательные реле *ВР*, реле дачи «встречного согласия» *ДВСР*, реле получения «встречного согласия» *ПВСР* и повторитель линейного реле *ПЛР*. Кроме этого на аппарате добавляется кнопка *ВС*, которая нажимается при даче и получении «встречного согласия». Когда на перегоне находится поезд и подано «встречное согласне», на станции, принимаю-

[1] Утверждена ЦШ МПС 1/II 1951 г. для опытных участков.



Фиг. 108. Схема токопрохождения однопутной релейной блокировки с «встречным согласием»

щей поезд, одновременно горят лампы *ПО* и *ПС*, а на станции, отправившей поезд, — лампы *ДО* и *ДС*.

Система разработана таким образом, что она может работать без использования «встречного согласия» и с использованием его. «Встречное согласие» может быть подано только станцией, отправившей поезд, когда на этой станции горит лампа *ДО*, и получено станцией, на которую поезд следует и где горит в это время лампа *ПО*. Для дачи «встречного согласия» на обеих станциях нажимаются кнопки *ВС*, причём на станции, отправившей поезд, она должна быть нажата несколько ранее.

Действие электрической схемы происходит по тому же принципу, как было описано выше, за исключением случая дачи «встречного согласия».

Если после отправления поезда со ст. *А* на ст. *Б* дежурный по ст. *А* даёт, а дежурный по ст. *Б* получает «встречное согласие», действие электрической схемы происходит следующим образом. При нажатии кнопки *ВС* на ст. *А* возбуждается прежде всего реле *ВР*, а затем реле *ДВСР*; в результате этого в линию включается батарея ст. *А*. При нажатии затем кнопки *ВС* на ст. *Б* на этой станции также возбуждается реле *ВР*, которое включает линейное реле *ЛР* в линию, и последнее возбуждается током, посылаемым от включённой батареи ст. *А*. После возбуждения линейного реле *ЛР* на ст. *Б* через контакт *31*, *32* его повторителя *ПЛР* возбуждается реле *ПВСР*, которое затем после отпуска кнопки *ВС* остаётся возбуждённым по самоудерживающей цепи.

По прибытии поезда на ст. *Б* дежурный по станции, убедившись в том, что поезд прибыл в полном составе, даёт блокировочный сигнал «прибытие» путём нажатия кнопки *ПП*. В связи с тем, что в этот момент возбуждены на ст. *А* реле *ДВСР*, а на ст. *Б* реле *ПВСР*, после прохождения поданного блокировочного сигнала «прибытие» на ст. *А* возбуждается реле *ДСР*, а на ст. *Б* — реле *ППР*. Схема приходит в положение, соответствующее поданному «согласию» со ст. *А* на ст. *Б*.

УСТРОЙСТВА ЗАВИСИМОСТИ СИГНАЛОВ СО СТРЕЛКАМИ

КОНТРОЛЬНЫЕ СТРЕЛОЧНЫЕ ЗАМКИ

Обеспечение безопасности движения поездов по стрелкам ручного управления достигается запиранием их замками.

При замыкании стрелок висячим замком вынутый ключ не может служить доказательством того, что стрелка и даже сам замок заперты, и тем более, что остряки стрелки занимают нужное и правильное положение.

Поэтому для запирания стрелок ручного управления применяются замки специальной конструкции — ключевые или приводные. Контрольные ключевые стрелочные замки в отличие от простых замков допускают извлечение ключа только при запертой стрелке и обеспечивают запирание её только в положении, указанном на вынутом из замка ключе, при условии плотного прилегания остряка к рамному рельсу.

Приводными замками пользуются для запирания и отпирания стрелок ручного управления на расстоянии.

Стрелочный контрольный ключевой замок

Типовым контрольным стрелочным замком является ключевой замок *8641* системы Мелентьева (фиг. 109). Этот замок имеет четыре подвижные цугальты *3*, *4*, *5* и *6*, которые выступами *а* запирают ригель замка в обоих его положениях с помощью квадратного штифта *б*, жёстко связанного с ригелем *7*.

При повороте ключа *2* примерно на 90° происходит подъём цугальт бородкой ключа на такую высоту, что вырезы *в* цугальт становятся против штифта *б*, и ригель оказывается отпертым.

При дальнейшем повороте бородка ключа сначала перемещает ригель *7*, а затем принудительно опускает все четыре цугальты в нижнее положение так, что ригель вновь оказывается запертым (независимо от действия пружин *1*). Извлечь ключ при неопущенных цугальтах нельзя. Отверстия для ключа во всех четырёх цугальтах различны по величине и соответственно этому различны уступы на бородке ключа.

Цугальты могут располагаться в различном порядке.

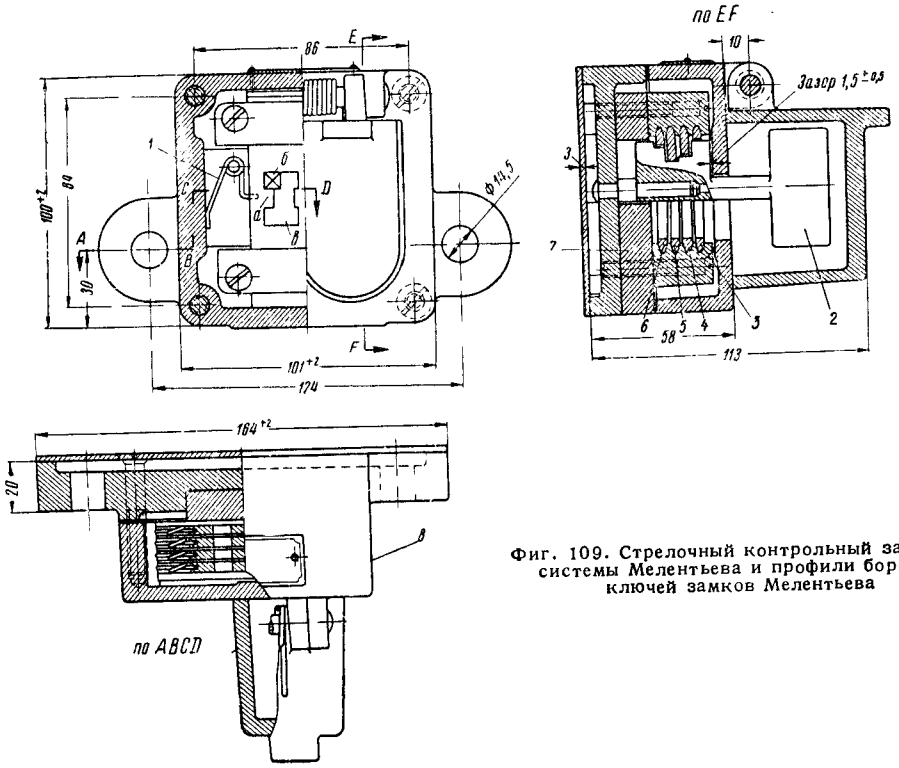
Всего можно сделать 24 перестановки цугальт и соответственно этому получается 24 серии замков, форма бородок ключей которых показана на фиг. 109.

Для запирания стрелки в обоих её положениях устанавливается два замка обычно со стороны переводного механизма. Один замок предназначен для запирания стрелки в нормальном (плюсовом) положении, а другой — в переведённом (минусовом). Как правило, на одной и той же станции не допускается применение замков одинаковых серий.

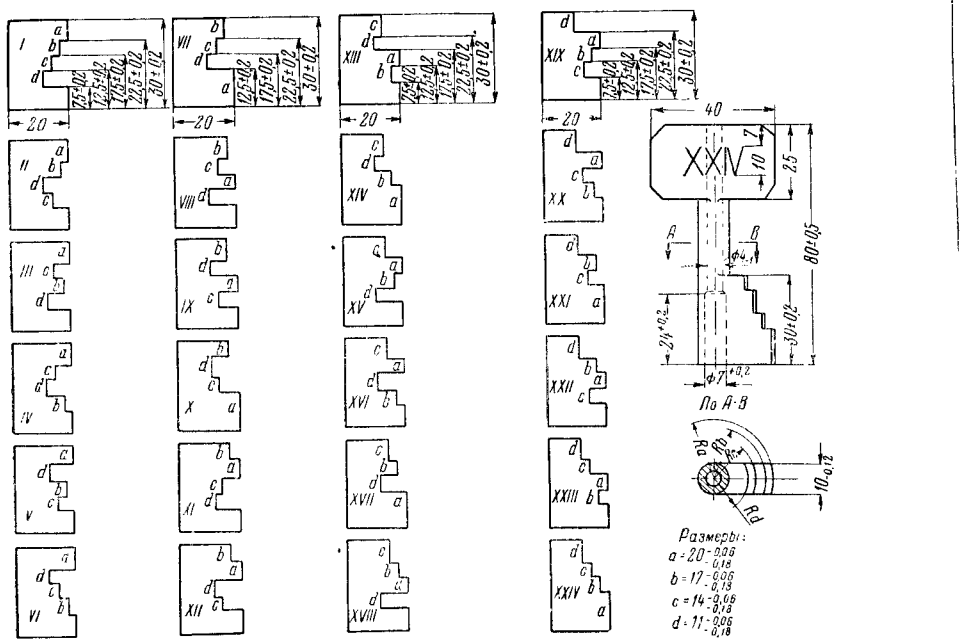
В исключительных случаях, когда замков различных серий для оборудования одной станции нехватает, применяют замки с одинаковыми сериями на разных концах станции или же замки с двумя одинаковыми цугальтами.

Для установки стрелочных контрольных замков на стрелках служат гарнитуры: *3269* — на стрелках I-а, II-а, III-а; 11178 — на стрелках из рельсов типа Р43, 11180 — на стрелках из рельсов типа Р50, 10242 — на стрелках из рельсов типов R-A-100 и ASC E-75.

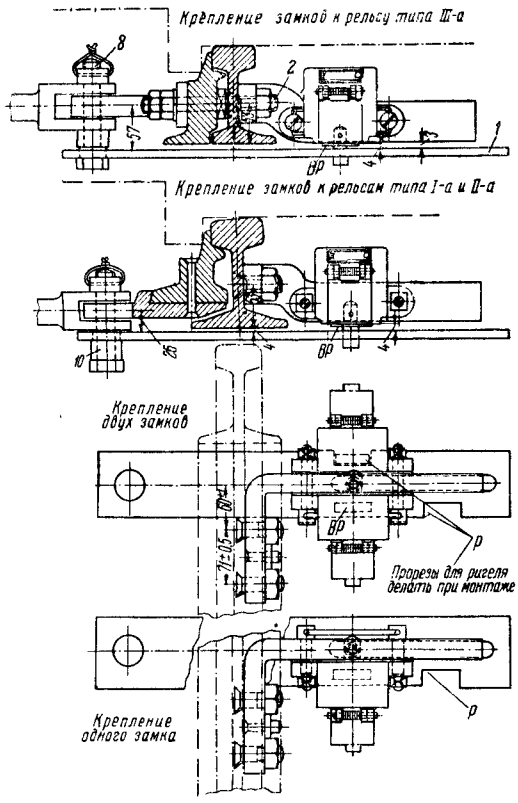
Гарнитуры эти имеют одинаковое конструктивное оформление, основой которого является гарнитура 3269 (фиг. 110). Детали гарнитуры унифицированы, за исключением болтов *8* и втулок *10*, которые в зависимости от высоты применяемых типов рельсов имеют различную длину. Замок крепится к рамному рельсу посредством планки *2*. Запирающая полоса *1* гарнитуры связана болтом *8* с се-



Фиг. 109. Стрелочный контрольный замок системы Мелентьева и профили бородок ключей замков Мелентьева



рёжкой остряка. В полосе имеются два выреза: один из них становится под ригель одного из замков при плюсовом положении стрелки, второй — под второй замок при



Фиг. 110. Гарнитура для установки контрольных замков на стрелке

минусовом таким образом, что извлечь ключи одновременно из двух замков нельзя.

Для предохранения от попадания грязи и воды замки защищают деревянными или металлическими кожухами.

Гарнитура конструкции Расторгуева для одного контрольного замка состоит из основания *1*, на котором укреплён замок.

Основание крепится к рамному рельсу двумя болтами *7*. Запирающая полоса *6* соединяется с серьгой остряка и пропускается в окно *а* основания замка. В полосе *6* имеется вырез, в крайнем положении стрелки этот вырез должен быть против стенки окна основания. Если запирающую полосу повернуть, то она вырезом захватит стенку основания и тем удерживает остряки в крайнем положении.

После поворота полоса *6* запирается ригелем *б* замка. В гарнитуре для двух замков запирающая полоса размещается между замками и имеет два выреза, расположенных так, что каждый из замков, запирая стрелку только в одном положении, не допускает изъятия ключа из другого замка. Ход ригеля замка должен быть не менее 13,5 *мм*.

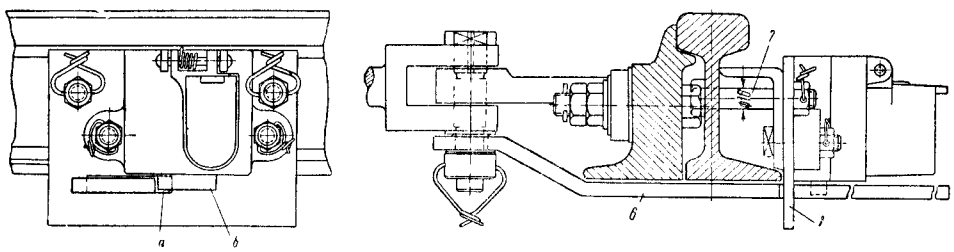
Штифт, запирающий цугальты, должен входить в вырезы последних на 4 *мм* у 2-й, 3-й и 4-й цугальт и на 7 *мм* у 1-й цугальты.

Между запирающей полосой стрелочного контрольного замка и подошвой рельса должен быть зазор в 3—5 *мм*.

Контрольные приводные замки замыкают стрелки только на время задания маршрута. По конструкции контрольные приводные замки разделяют на промежуточные *1177* — для ручных и отжимных стрелок и оконечные *8112* — для противошёрстных стрелок механической централизации, удалённых от пункта управления на 500 *м* и более. Приводные замки невзрезные. Взрез стрелки с приводным замком влечёт поломку установки.

Оконечный приводной замок *8112* (фиг. 112) управляется отдельной парой тяг с помощью стрелочного рычага *1724*. Таким образом, к каждой стрелке механической централизации с дополнительным контролем прокладываются две пары тяг. Замок состоит из шкива *1*, свободно насаженного на ось *2*, закреплённую в подпятнике скобы *4*.

Две контрольные линейки *9* и *10* контрольного приводного замка присоединяются к каждому из остряков стрелки (фиг. 113 и 114) с помощью тяг *11* и *12*. Замыкающий эле-

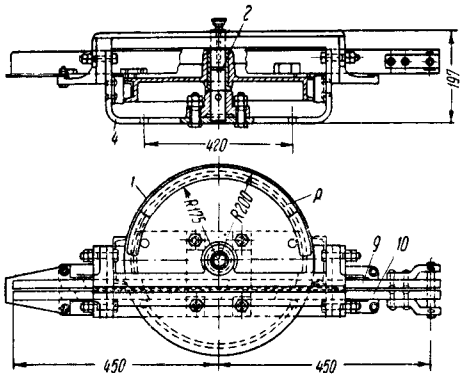


Фиг. 111. Гарнитура конструкции Расторгуева для установки контрольных замков на стрелке

За последнее время на некоторых дорогах находит применение гарнитура конструкции Расторгуева (фиг. 111). В ней запирание замыкающей планки осуществляется не ригелем замка непосредственно, а основанием самой гарнитуры.

мент *Р* в виде реборды цилиндрической формы прямоугольного сечения на шкиве, заходя в вырезы *1а* и *2а* (фиг. 113, *а* и *б*), контролирует плюсовое положение стрелки, и в вырезы *3а* и *4а* — переведённое минусовое её положение.

Прилегающий остряк замыкается при условии плотного прижатия к рамному рельсу, поэтому вырезы *1а* и *4а* выполняются с наименьшим зазором. Вырезы *5а*, *6а*, *7а* и *8а*



Фиг. 112. Оконечный приводной замок

в линейках предназначены для замыкания стрелки на случай обрыва гибкой тяги.

При обрыве правой тяги шкив повернётся до упора конца реборды в контрольную линейку и займёт положение *в*. Срезанный конец реборды, зайдя в вырезы, удержит стрелку в запертом положении.

просветом не более 2 *мм* для прижатого остряка и не более 15 *мм* для отведённого остряка.

Расчётный диаметр шкива замка 380 *мм* ÷ ÷ 5 *мм* (где 5 *мм* диаметр обхватывающего шкив троса).

Ход, соответствующий повороту шкива на 1°,— 3,08 *мм*. Рабочий угол поворота шкива— 150°. Рабочий ход — 462 *мм*.

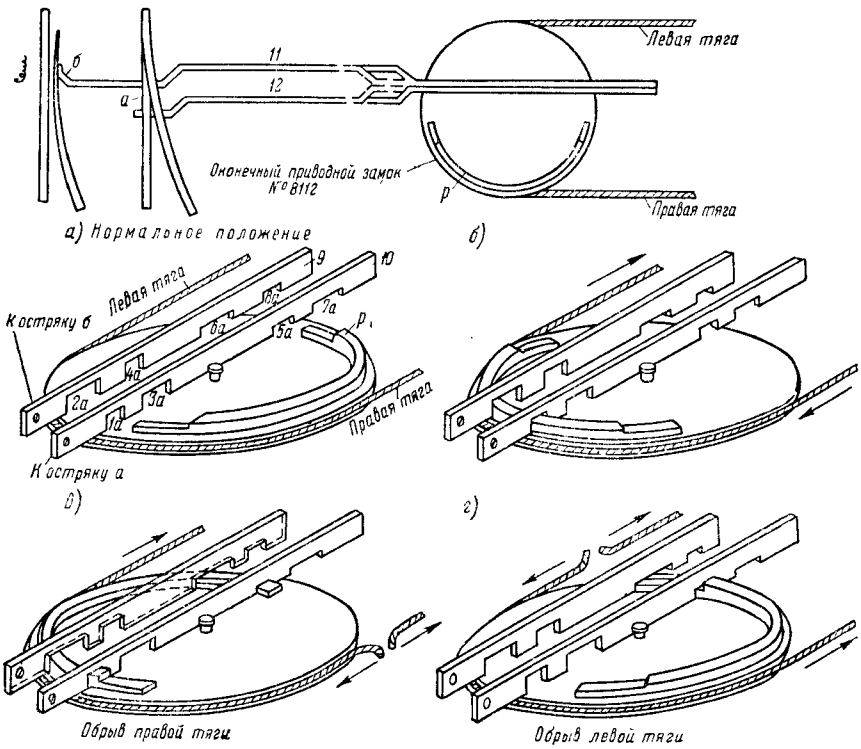
Обрывной ход: а) при обрыве правой тяги — 555,34 *мм*, угол поворота — 180°30′; б) при обрыве левой тяги — 135,98 *мм*, угол поворота 43°30′.

Установка замков (фиг. 114) производится с шарнирными замыкателями на общих гарнитурах: *8123* — для стрелок типов I-а и II-а и *8124* для стрелок типа III-а.

Промежуточный приводной замок *1177* (фиг. 115) включается в гибкую передачу входного семафора и изготовляется с замыкающим шкивом *9181*. Устройство промежуточного приводного замка сходно с устройством промежуточного семафорного привода (дифференциальная передача), что устраняет влияние температуры воздуха на работу замка.

Замыкание и контроль положения стрелки осуществляется ребордой *Р* шкива, взаимодействующей с наклёпом *9* на линейке *7*.

Работа гибкой передачи с приводным замком *1177* приведена на фиг. 116 и в табл 17.



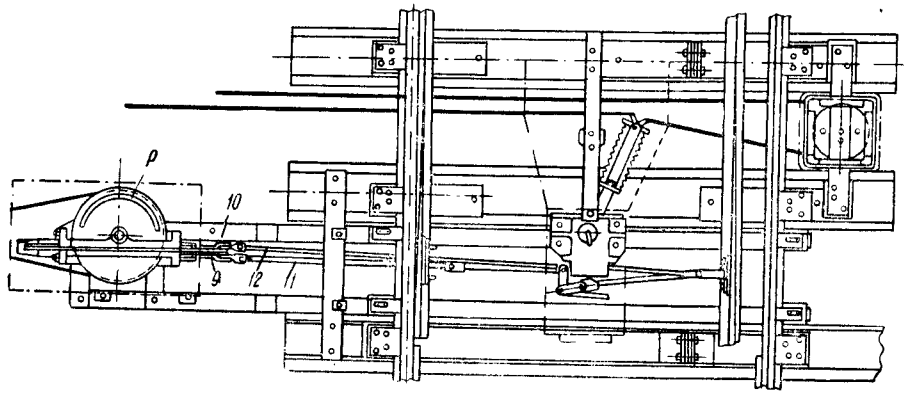
Фиг. 113. Кинематическая схема оконечного приводного замка

При обрыве левой тяги шкив займёт положение *г*. Стрелка останется запертой срезанным концом реборды, зашедшей в вырезы *5а—6а* или *7а—8а*.

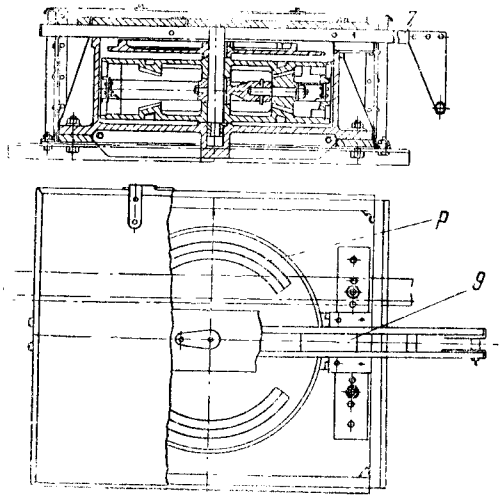
Замыкающая реборда должна входить в вырезы замыкаемых контрольных лииеек с

Замок *1177* устанавливают на гарнитуре 9000 (фиг. 117). Для защиты от грязи, снега и влаги замок закрывают металлическим кожухом *4255* сварной конструкции.

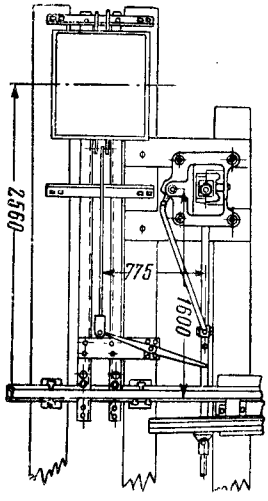
Зацепление реборды замыкающего шкива за упорную планку линейки при среднем



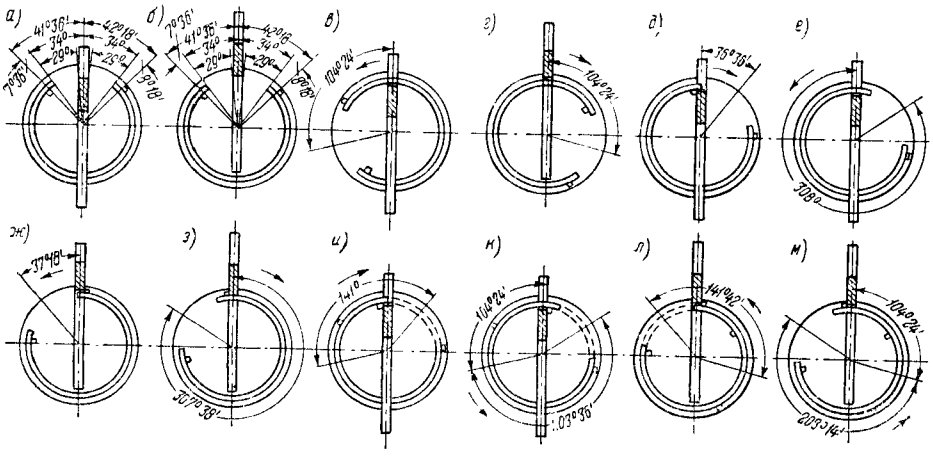
Фиг. 114. Эскиз установки оконечного приводного замка на стрелке



Фиг. 115. Промежуточный приводной замок



Фиг. 117. Эскиз установки промежуточного приводного замка на стрелке



Фиг. 116. Кинематическая схема промежуточного приводного замка

Таблица 17

Работа гибкой передачи с замком *1177*

№ фигуры	Положение
116,*а*	Стрелка на +. Семафор закрыт. Можно повернуть шкив против часовой стрелки и открыть семафор на одно крыло
116,*б*	Стрелка на —. Семафор закрыт. Можно повернуть шкив по часовой стрелке, т. е. открыть семафор на два крыла
116,*в*	Стрелка на +. Семафор открыт на одно крыло
116,*г*	Стрелка на —. Семафор открыт на два крыла
116,*д*	Стрелка на +. Семафор закрыт. Обрыв ведущей тяги, если семафор отрывать на одно крыло
116,*е*	Стрелка на +. Семафор закрыт. Обрыв ведущей тяги, если семафор открывать на два крыла
116,*ж*	Стрелка на —. Семафор закрыт. Обрыв ведущей тяги, если семафор открывать на два крыла
116,*з*	Стрелка на —. Семафор закрыт. Обрыв ведущей тяги, если семафор открывать на одно крыло
116,*и*	Стрелка на +. Семафор открыт на одно крыло. Обрыв бывшей ведущей тяги
116,*к*	Стрелка на +. Семафор открыт на одно крыло. Обрыв бывшей сдающей тяги
116,*л*	Стрелка на —. Семафор открыт на два крыла. Обрыв бывшей ведущей тяги
116,*м*	Стрелка на —. Семафор открыт на два крыла. Обрыв бывшей сдающей тяги

положении линейки должно быть не менее 16 *мм*. Зацепление упорных камней за упорную планку линейки после обрыва не должно быть менее 16 *мм*. Заход замыкающей реборды за упорную планку линейки при обрыве тяги в самом неблагоприятном случае должен быть не менее 28 *мм*.

Простейшие зависимости между стрелками ручного управления и сигналами

Наиболее ответственные стрелки приводятся во взаимную зависимость с сигналами.

Сущность этой зависимости заключается в том, что сигнал может быть открыт только в случае, если положение стрелок соответствует маршруту, для которого открыт сигнал; с другой стороны, после открытия сигнала стрелки маршрута остаются запертыми на всё время открытия сигнала.

Взаимная зависимость между стрелками и сигналами устраивается либо с помощью контрольных ключевых замков (правая часть схемы на фиг. 118), либо с помощью приводных замков (левая часть схемы на фиг. 118).

Так как приборы простейшей зависимости не связываются и не зависят от приборов, осуществляющих сношения по движению поездов, то вся система простейших зависимостей называется независимодействующей сигнализацией. Независимодействующую сигнализацию устраивают на участках, где движение поездов производится по жезловой сигнализации или по телефону и телеграфу.

Сигнальные станки изготовляются двух типов:

а) однорычажные 7134 (фиг. 119) — для управления одним двухкрылым семафором и

б) двухрычажные 7135 — для управления двумя двухкрылыми семафорами.

Станки состоят из следующих частей: станины *1* с основанием для заложения в грунт и шкивов *4* с переводными рычагами *6*, которых в двухрычажной системе имеется два, а в однорычажной только один.

Шкив *4* и рычаг *6* жёстко соединены друг с другом и могут поворачиваться на оси на 135—150° в ту или другую сторону.

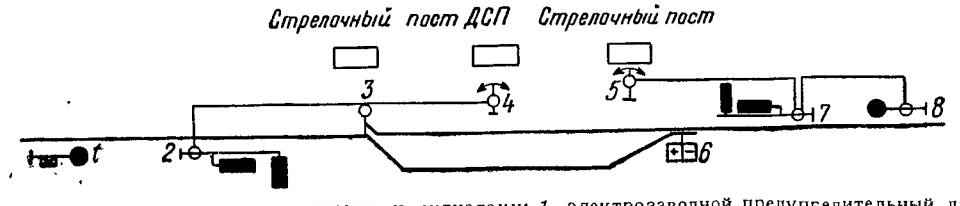
Гибкая передача к семафорам начинается от сигнального станка.

При применении станка для управления однокрылыми семафорами используется перевод рычага только в одну сторону.

Для осуществления зависимостей со стрелками на станине станка укрепляются замыкающие линейки *2* с наклёпами *3* и контрольные сигнальные замки *5*.

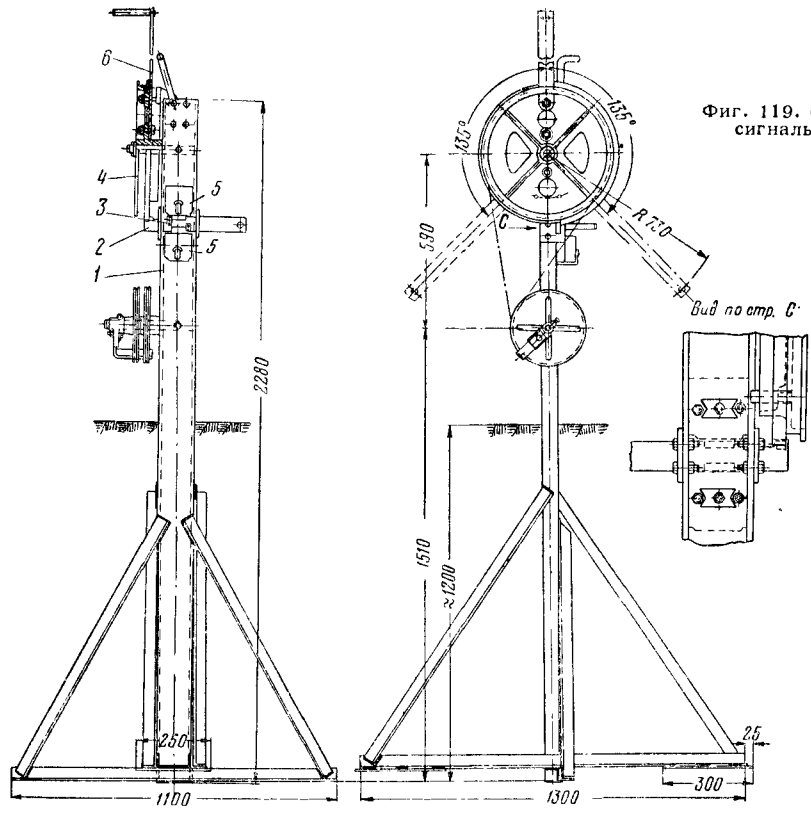
Сигнальные замки, верхний *7159* (фиг. 120) и нижний *7160*, по конструкции подобны стрелочным *8641*, но изготовляются без ушек и крепятся на стойке сигнального станка болтами *22*, проходящими через основание изнутри замка.

В комплект однорычажного сигнального станка *7134* входит два сигнальных контрольных замка, верхний — для запирания шкива станка от поворота на открытие одного крыла двухкрылого семафора, и нижний контрольный замок — для запирания на два крыла. По конструкции верхний и нижний сигнальные замки отличаются только тем, что у первого из них при изъятии ключа ригель *10* выдвигается вниз, а у второго — вверх, соответственно чему и сделаны отверстия в основаниях замков для выхода ригелей.

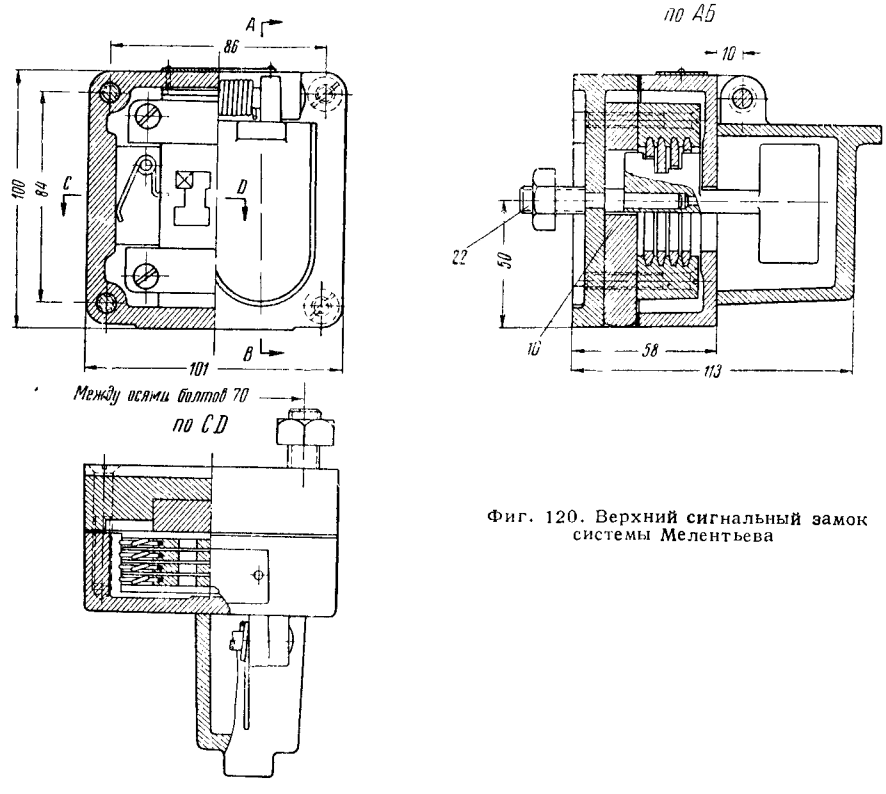


Фиг. 118. Зависимость между стрелками и сигналами: *1*—электрозаводной предупредительный диск; *2*—входной семафор; *3*—промежуточный приводной замок; *4* и *5*—сигнальные станки; *6*—контрольный ключевой замок; *7*—входной семафор; *8*—предупредительный диск с механическим приводом

Дифференциальная промежуточная передача служит для передвижения тяг сигнального рычага и приводных механизмов семафора и предупредительного диска, а также для предотвращения изменения положения семафора или диска вследствие изменения температурных условий.

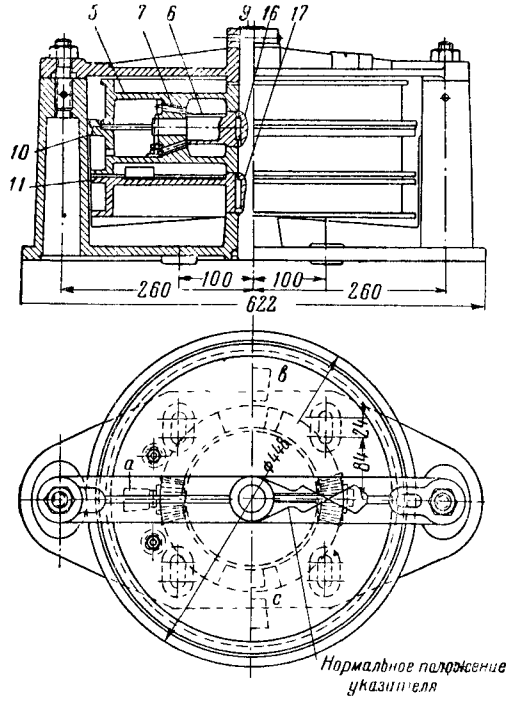


Фиг. 119. Однорычажный сигнальный станок



Фиг. 120. Верхний сигнальный замок системы Мелентьева

Диференциальную промежуточную передачу (фиг. 121 и 122) устанавливают у основания семафора; она состоит из собранных на общей оси *9* нижнего шкива *11*, соединённого с осью *9* шпонкой *17* и тросовым шлейфом с семафорным приводом, свободно насаженных на ось



Фиг. 121. Диференциальная промежуточная передача

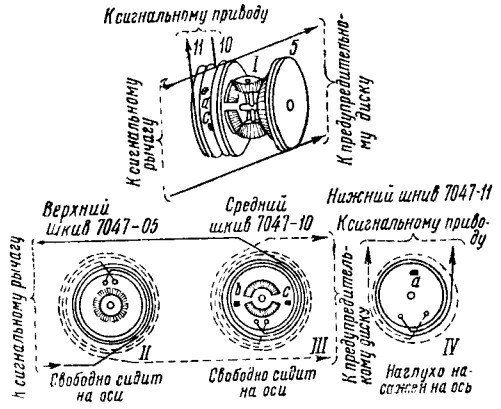
верхнего *5* и среднего *10* шкивов, имеющих зубчатый венец на шкиве *5* и два полувенца на шкиве *10*; поперечного рычага *6*, установленного между шкивами *5* и *10* и связанного с осью *9* шпонкой *16*, двух конических шестерён *7*, насаженных на поперечный рычаг и находящихся в сцеплении с зубчатыми венцами шкивов *5* и *10*, приливов *с* и *в* на боковой поверхности шкива *10* и *а* на шкиве *11*.

Каждая пара тяг, проходя от сигнального рычага к предупредительному диску, охватывает пятью оборотами один из шкивов *5* или *10*, при этом одна по часовой стрелке, а другая против часовой стрелки.

Благодаря движению тяг (направленных при открытии семафора в противоположные стороны) шкивы *5* и *10* вращаются в одном направлении. Шестерни на поперечном рычаге заклиниваются. Шкив *11*, связанный через ось *9* и рычаг *6* с шестернями *7*, получает вращение, по направлению одинаковое со шкивами *5* и *10*, и, действуя через тросовый шлейф, идущий к приводному механизму, открывает семафор. Открытие предупредительного диска происходит передачей движения тяг через шкивы *5* и *10*.

При изменениях температуры обе тяги, перемещаясь в одном направлении, вращают шкивы *5* и *10* навстречу друг другу. Шестерни *7* на поперечном рычаге *6* свободно вращаются и рычаг остаётся неподвижным.

При обрыве тяг между сигнальным рычагом и семафором движение тяг в разные стороны вызовет явления, подобные нормальному открытию семафора. Система будет



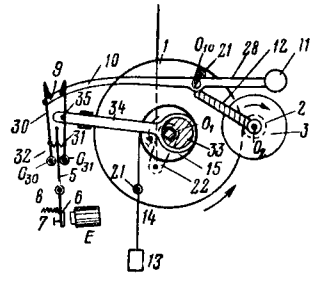
Фиг. 122. Схема диференциальной промежуточной передачи *7047*

вращаться до срабатывания останова приводного механизма семафора.

При обрыве гибкой тяги между семафором и диском шкивы *5* и *10* вращаются в разные стороны. Поперечный рычаг *6*, шкив *11* и семафорный привод будут оставаться на месте до подхода промежутков между полувенцами шкива *10* до шестерён *7*. В этот момент прилив *в* или *с* на шкиве *10* зацепит за прилив *а* на шкиве *11*. От этого вместе со шкивом *10* повернётся шкив *11*, а следовательно, и приводной шкив семафора. Система будет вращаться до срабатывания останова семафорного привода.

В комплект диференциальной промежуточной передачи входит сама передача *7047*, накрывной кожух 8304 и направляющий ролик 1902, поставляемые отдельно.

Электрический заводной механизм (фиг. 77) крепится снизу мачты диска на кронштейнах и заключён в металлическую коробку. Если такой механизм заведён, т. е. гиря *13* (фиг. 123), соединённая с намотанным на барабан 1125 тросом, поднята, то при посылке, а также и



Фиг. 123. Схема электрического заводного механизма

при перерыве тока в цепи электромагнита *E* барабан вместе с зубчатым колесом *1* вращается каждый раз на полоборота, переводя с помощью кривошипа *22* связанный с последним щит диска.

На фиг. 123 показано расположение частей механизма при закрытом сигнале и при от-

сутствии в электромагните тока. Барабан неподвижен, так как зубчатое колесо *1* сцеплено с шестернёй *2*, а палец *12* упирается своим концом в неспиленную часть оси O_{10} коромысла *10*, которое задерживается штифтом *9* и крючком *30*. При посылке в электромагнит *E* тока якорь *6* притягивается, крючок *30* отклоняется влево, крючок же *31* задерживается штифтом *35* на рычаге *34*, связанном с эксцентриком *33*.

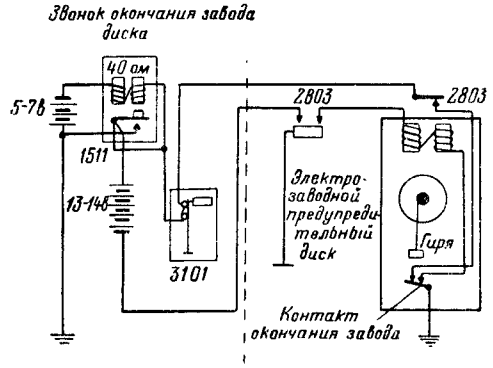
Освобождённое от сцепления с крючком *30* коромысло *10* под действием груза *11* поднимается левым своим концом вверх, палец *12* проскакивает мимо полуспиленной части оси O_{10}, шестерня *2* и колесо *1* с барабаном *15* начинают вращаться и переводят диск в открытое положение. В конце полоборота колесо *1* одним из своих двух пальцев *21*, подхватив снизу выступ *28* коромысла, поднимает правый конец последнего и проскальзывает затем мимо выступа немного дальше.

Левый конец коромысла опускается и задерживается крючком *31*, отклонившимся теперь влево, так как вследствие сдвига эксцентрика *33* его больше не задерживает штифт *35*. Это сцепление будет продолжаться всё время, пока в электромагните будет циркулировать ток. При перерыве тока пружиной *8* якорь *6* отрывается от электромагнита, вследствие чего крючок *31* отклонится вправо (крючок *30* останется при этом в левом положении благодаря отклонению штифтом *35*). Коромысло вновь освободится, и механизм получит возможность дальнейшего вращения на полоборота, приведя щит диска в закрытое положение.

Завод механизма, т. е. подъём груза, производится специальной съёмной рукояткой. При заводе большое зубчатое колесо стоит на месте, так как оно насажено на ось свободно и связано с осью посредством собачки храповика.

Полный завод груза обеспечивает 48 открытий и закрытий диска.

Электрическая схема 972-03а включения заводного механизма при независимодействующей сигнализации приведена на фиг. 124.



Фиг. 124. Электрическая схема включения предупредительного диска с электрическим заводным механизмом

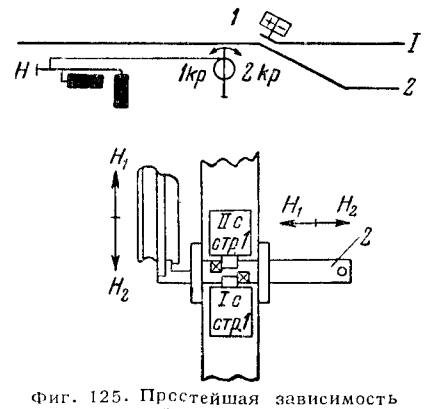
Для осуществления схемы на семафоре и на диске устанавливаются трущиеся контакты *2803*, причём семафорный контакт нормально разомкнут, а дисковый замкнут.

В помещении дежурного по станции установлен семафорный повторитель, который одновременно контролирует как положение семафора, так и диска. На стрелочном посту устанавливается звонок, начинающий звонить при опускании груза диска в нижнее положение, т. е. когда весь завод окончен. Там же устанавливается батарея элементов. В нормальном положении электромагнит семафорного повторителя находится под током, звонок не звонит.

При открытии семафора его трущийся контакт замыкает цепь обмоток катушек электрозаводного механизма. Обе части батареи включаются последовательно. Одновременно с этим сохраняется параллельная цепь электрического тока, проходящего через обмотку электромагнита семафорного повторителя.

После открытия диска трущийся контакт на нём разрывает цепь семафорного повторителя, крыло которого поднимается вверх, указывая о состоявшемся открытии семафора и диска. После закрытия семафора схема приходит в нормальное положение. При окончании завода происходит разрыв цепи схемы зубчатым колесом, которое поворачивается на один зуб выступом на нижней оси после каждого третьего оборота системы. На колесе имеется штифт, размыкающий при определённом положении кнопочный контакт.

Простейшая зависимость на сигнальном станке. При устройстве такой зависимости на каждой стрелке устанавливаются два стрелочных замка разных серий, например, *I* и *II*, соответствующих сериям замков на станке (фиг. 125 применительно к двухпутному разъезду).



Фиг. 125. Простейшая зависимость на сигнальном станке

Нормально стрелка *1* заперта. При приёме поезда на второй путь необходимо плюсовым ключом стрелки *1* отпереть верхний замок на сигнальном станке и передвинуть ригель *2* вправо. В результате стрелочный плюсовой ключ будет заперт ригелем *2*, а ригель — ребордой шкива станка после открытия семафора на два крыла.

При приёме поезда на первый путь необходимо отпереть на станке нижний замок. Устройство зависимости вынуждает вставить плюсовой ключ стрелки *1* в замок на стрелке и отпереть его, затем перевести стрелку по

направлению главного пути и запереть её извлечением ключа из минусового замка. Этим ключом отпереть нижний замок на станке, передвинуть ригель *2* влево и открыть после этого семафор на одно крыло.

Зависимость с помощью контрольного приводного замка *1177* предусмотрена его конструкцией таким образом, что наклёп *9* (см. фиг. 115) допускает открытие семафора на одно или два крыла только при соответствующих положениях стрелки.

Взаимодействие частей этой зависимости приведено на фиг. 116.

Зависимости между стрелками и сигналами с помощью специальных аппаратов устраиваются в тех случаях, когда в зависимость входит более двух стрелок на одном посту.

Аппараты для устройства ключевой зависимости унифицированы с аппаратами маршрутно-контрольных устройств системы Наталевича. Их устанавливают на стрелочных постах.

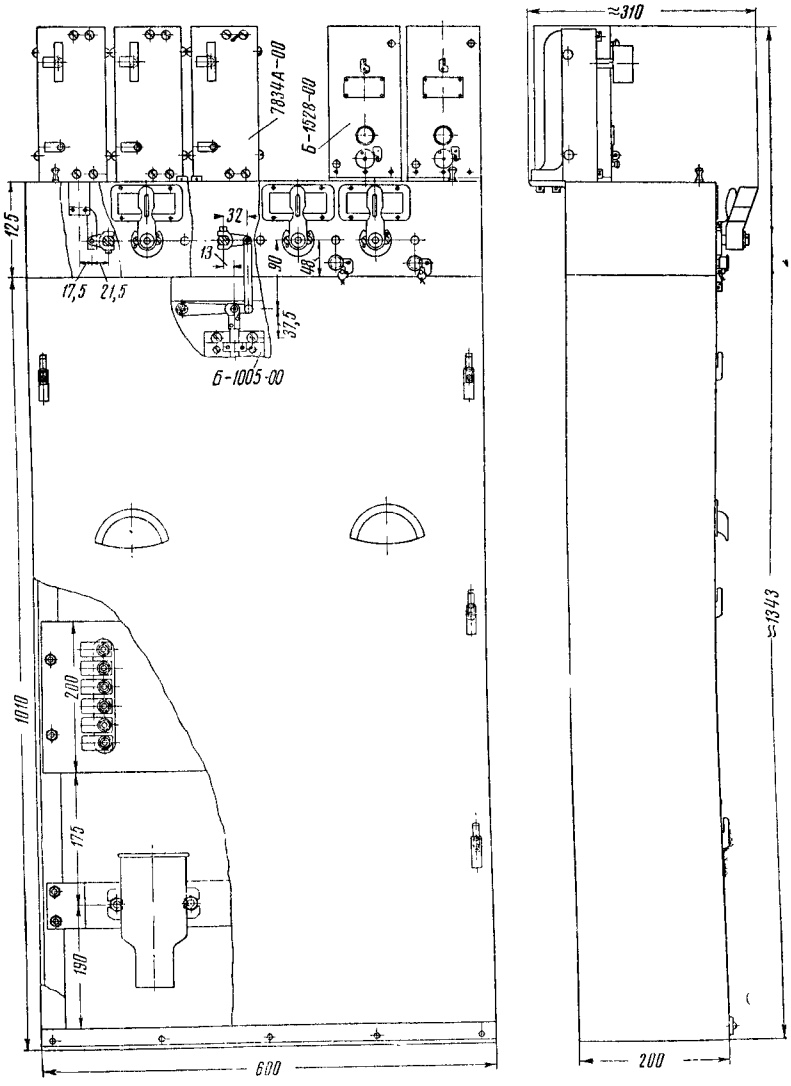
Аппараты состоят из ящика зависимости с маршрутными и сигнальными рукоятками, типовыми замычками механической централизации и аппаратных стрелочных *7834А* и сигнальных *3202А* замков.

При автоблокировке аппараты включают дополнительно контакты *1005* для электрической связи со светофорами, с тем чтобы можно было открыть лишь тот из сигналов, который соответствует заданному маршруту. Переключение контактов достигается маршрутными рукоятками при их переводе с помощью поводков *501*.

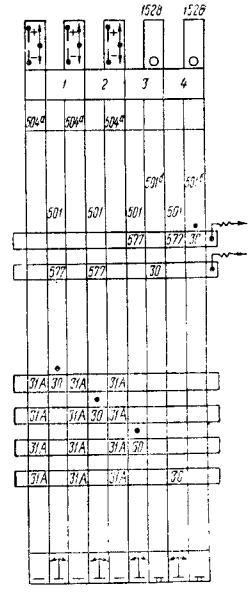
При необходимости осуществить электрическое замыкание ключей в аппарате, кроме маршрутных линеек, добавляются специальные линейки, которые при повороте маршрутной рукоятки передвигаются влево замычками *577* и замыкаются электрозащёлками *8412* или электрическими замычками постоянного тока *1528*.

Общий вид аппарата ключевой зависимости типа 9А приведён на фиг. 126, а схема его ящика зависимости на фиг. 127.

В зависимости от ёмкости и количества устанавливаемых на аппаратах замков электро-



Фиг. 126. Общий вид аппарата ключевой зависимости типа 9А



Фиг. 127. Схема ящика зависимости аппарата типа 9А

защёлок, электрических замычек и других приборов аппараты ключевой зависимости разделяются на типы, классификация которых приводится в табл. 18.

Таблица 18

Классификация аппаратов ключевой зависимости

Тип аппарата	Количество				
	мест	замков	рукояток	электрозащёлок	педальных замычек
1А	4	5	4	—	—
2А	6	7	6	—	—
3А	4	4	4	1	—
4А	6	6	6	1	—
5А	4	4	4	—	1
6А	6	6	6	—	1
7А	4	3	4	2	—
8А	6	5	6	2	—
9А	4	3	4	—	2
10А	6	5	6	—	2

Для выполнения маршрута необходимо входящие в него стрелки запереть контрольными замками, а ключи от них вложить и повернуть в соответствующих гнёздах контрольных замков аппарата. При этом ригели замков в зависимости от положения запираемой в маршруте стрелки переместятся вверх или вниз и освободят от замыкания маршрутную линейку и соответствующую ей маршрутную рукоятку. При повороте рукоятки замкнётся связанный с ней контакт 1005, через который замыкается электрическая цепь управления сигналами. На некоторых дорогах применяются аппараты ключевой зависимости старой конструкции, называемые стрелочными централизаторами.

Связь замков с линейками у централизаторов осуществляется с помощью наклёпов на линейках ящика зависимости и ригелей замков.

МАРШРУТНО-КОНТРОЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Маршрутно-контрольные устройства представляют собой сочетание ключевых зависимостей со станционной блокировкой и находят своё применение на небольших станциях участков с жезловой сигнализацией, телеграфных и телефонных способах сношений как на однопутных, так и на двухпутных линиях.

При оборудовании станций маршрутно-контрольными устройствами на стрелках устанавливают контрольные ключевые замки *6641* системы Мелентьева, а в помещениях дежурных по станциям и на стрелочных постах — распорядительные и исполнительные аппараты. В аппаратах осуществляются все необходимые зависимости между маршрутами, стрелками и сигналами.

Маршрутно-контрольные устройства системы лауреата Сталинской премии инж. Наталевича Е. Е.

Эти устройства благодаря своей простоте и надёжности действия получили широкое применение. От других систем они отличаются тем, что при посылке одного блокировочного сигнала осуществляют одновременно контроль правильности установки маршрута, запирание его при условии, что маршрут установлен правильно, отпирание сигнала; запирание всех сигналов и маршрутов, враждебных установленному. Аппараты маршрутно-контрольных устройств системы инж. Наталевича Е. Е. изготовляются в виде отдельных секций на 4 и 6 мест. Классификация аппаратов дана в табл. 19 и 20.

При необходимости отдельные секции могут быть спарены.

Таблица 19

Типовые распорядительные аппараты

Характеристика аппаратов	Тип аппарата при управлении входными сигналами							
	от стрелочного поста				от дежурного по станции			
	1-Р-10	1-Р-20	2-Р-10	2-Р-20	1-Р-10	1-Р-20	2-Р-10	2-Р-20
Число мест	4	4	6	6	4	4	6	6
Число линеек	10	20	10	20	10	20	10	20
Число замков:								
сигнальных	—	—	—	—	2	2	2	2
стрелочных	(3)	(3)	(5)	(5)	1	1	3	3
Число блок-элементов с односторонним замыканием	2	2	2	2	—	—	—	—
С двусторонним замыканием	—	—	—	—	2	2	2	2
Заводские номера чертежей	619	752	620	753	619	752	620	753
Наибольшие габаритные размеры в *мм*:								
длина	600	600	800	800	600	600	800	800
ширина	270	470	270	470	270	470	270	470
высота	870	870	870	870	870	870	870	870

Примечание. Стрелочные замки, показанные в скобках, устанавливаются заводом по договорённости с заказчиком.

Таблица 20

Типовые исполнительные аппараты

Характеристика аппаратов	Тип аппарата при управлении входными сигналами							
	от стрелочного поста				от дежурного по станции			
	1-И-10	1-И-20	3-И-10	3-И-20	2-И-10	2-И-20	4-И-10	4-И-20
Число мест	4	4	6	6	4	4	6	6
Число линеек	10	20	10	20	10	20	10	20
Число замков:								
сигнальных	1	1	1	1	—	—	—	—
стрелочных	3	3	5	5	4	4	6	6
Число блок-элементов:								
с односторонним замыканием	—	—	—	—	1	1	1	1
с двусторонним замыканием	1	1	1	1	—	—	—	—
Заводские номера чертежей	615	748	616	749	617	750	618	751
Наибольшие габаритные размеры в *мм*:								
длина	600	600	800	800	600	600	800	800
ширина	270	470	270	470	270	470	270	470
высота	870	870	870	870	870	870	870	870

Основными частями аппаратов являются:

а) блок-элемент, состоящий из типового блок-механизма и малогабаритного индуктора 605 телефонного типа, заключённых в общий металлический кожух. Блок-элемент устанавливается один на группу взаимновраждебных маршрутов и сигналов; блок-элемент распорядительного аппарата дополнительно снабжается кнопками согласия КС;

б) ящик зависимости с линейками, осями, замычками и рукоятками по типу применяемых в обычных аппаратах механической централизации. Ящик зависимости изготовляется с основанием, в котором размещаются контакты 1005;

в) стрелочные *7834А* и сигнальные *3203* аппаратные замки.

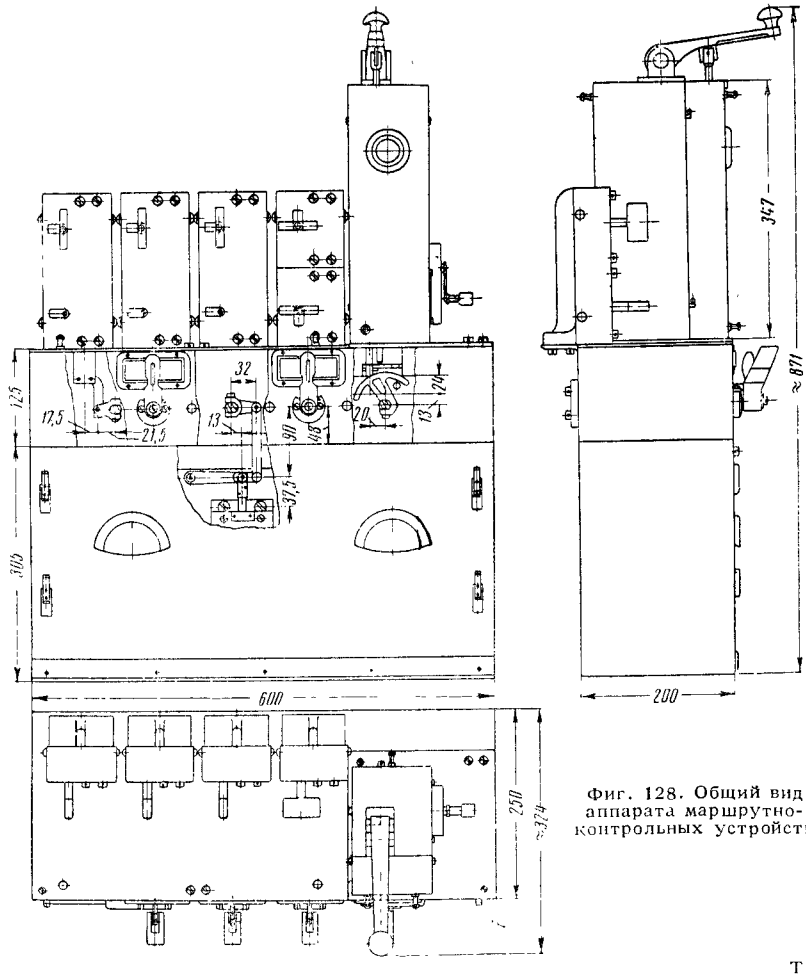
Эскиз аппарата типа 1-И-10 приведён на фиг. 128.

С 1949 г. замки изготовляются модернизированной конструкции по чертежу 7834А (фиг. 129).

Эти замки отличаются от замков старой конструкции меньшими габаритами, что достигнуто уменьшением размеров цугальт *1* и заменой двух средних направляющих одной направляющей *2*.

Ригель замка связывается с маршрутной осью ящика зависимости поводком *504*. Поворот ключа, вставленного в скважину замка, вызывает перемещение ригеля: вверх — при повороте плюсового ключа и вниз — при повороте минусового ключа.

Запирание ключей замка в ящике зависимости производится замычкой 31а. Расстановка штифтов замычки 31а для осуществления необходимых замыканий производится по табл. 21.



Фиг. 128. Общий вид аппарата маршрутно-контрольных устройств

Аппаратный стрелочный замок представляет два контрольных ключевых замка системы Мелентьева, собранных на общем основании. Каждый сдвоенный таким образом замок закрыт кожухом с двумя отверстиями для ключей. Верхнее отверстие предназначено для плюсового ключа, а нижнее для минусового ключа одной стрелки.

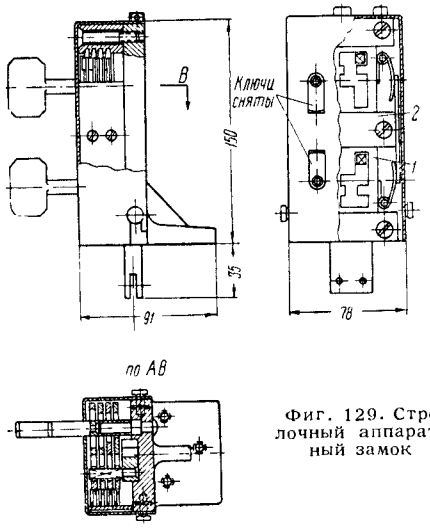
Таблица 21

Расстановка штифтов замычки

Перевод рукоятки	Запирание на + или —	№ штифтов
Вправо	+	6,7
»	—	1,2
Влево	+	9,0
»	—	4,5

Связь между стрелочным аппаратным замком и маршрутной рукояткой показана на фиг. 130.

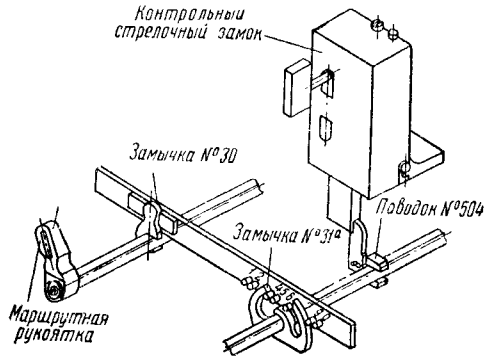
Сигнальный замок *3202Л* (фиг. 131) также модернизирован и имеет такие же габаритные размеры, как и стрелочный замок.



Фиг. 129. Стрелочный аппаратный замок

Сигнальный замок конструктивно отличается от стрелочного формой вырезов в цугальтах, которые выполнены так, что оба ключа заперты в замке, установленном на аппарате, и могут быть изъяты только после установки соответствующего маршрута.

Индуктор изготовляется по чертежу 605. Магнитная система индуктора изготовлена из железоникельалюминиевого сплава. Обмотка якоря имеет 6 000 витков проволоки ПЭЛ диаметром 0,12 *мм*.



Фиг. 130. Схема связи между аппаратным стрелочным замком и маршрутной рукояткой

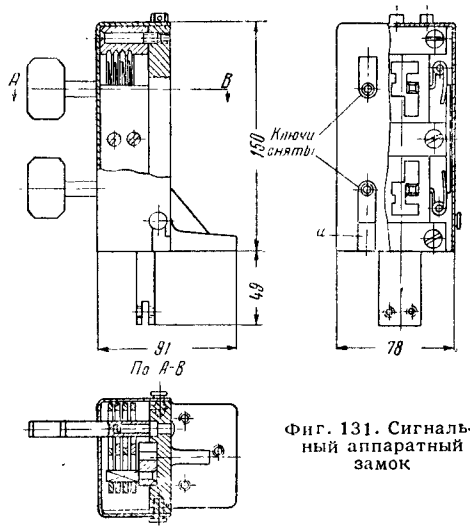
Активное сопротивление обмотки составляет 750 *ом*. Мощность индуктора, отдаваемая во внешнюю цепь при вращении рукоятки со скоростью 180 об/мин., при нагрузке его активным сопротивлением 1 000 *ом* составляет 2,3 *вт*.

Особенностью схем ящиков зависимости и токопрохождения является запирание установленного маршрута не путём заблокирования блок-механизма, а путём отблокирования.

Связь между маршрутными и сигнальной рукояткой и блок-механизмом достигается специальной зависимостью. Взаимодействие частей этой зависимости приведено на фиг. 132 и поясняется табл. 22.

Удлинённый нажимной стержень и вырез *5* в угольнике *2* предотвращают отпирание маршрутной рукоятки простым нажимом клавиши при отблокированном механизме.

Пластина *6* предотвращает возможность возвращения в нормальное положение маршрутной рукоятки и разделку маршрута при от-



Фиг. 131. Сигнальный аппаратный замок

блокированном блок-механизме в тех случаях, когда маршрутная рукоятка в момент отблокирования блок-механизма не была полностью переведена в крайнее положение, а верхние клеммы контакта 1005, входящие в блокировочную цепь, были уже замкнуты.

Таблица 22

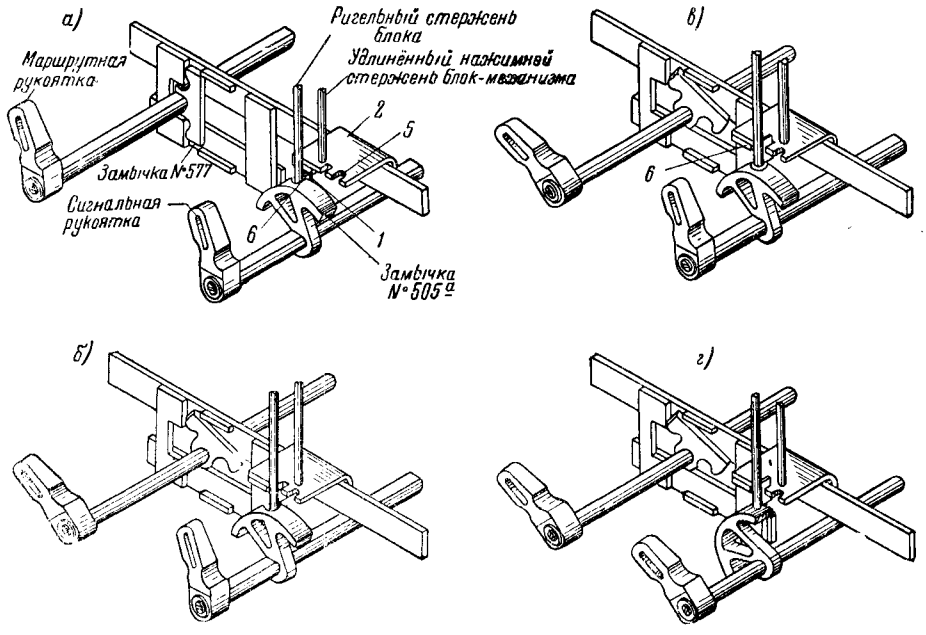
Взаимодействие между маршрутными и сигнальной рукояткой и блок-механизмом

№ фигуры	Положение частей	Состояние частей
132,*а*	Нормальное	Блок-механизм заблокирован. Сигнальная рукоятка заперта ригельным стержнем блок-механизма с помощью замычки 505а. Маршрутная рукоятка свободна
132,*б*	При переведённой маршрутной рукоятке	То же
132,*в*	Блок-механизм отблокирован	Маршрутная рукоятка заперта пластинкой *1* ригеля блок-механизма с помощью угольника *2*. Сигнальная рукоятка освободилась от замыкания и может быть повёрнута влево
132,*г*	При переведённой сигнальной рукоятке	Соответствующий сигнальный ключ отперт и может быть изъят из замка. Блок-механизм нажат и не может быть заблокирован. Маршрутная рукоятка заперта

Замычка *31* на сигнальной оси со штифтами *3*, *4* и *9* (фиг. 133) исключает возможность перевода маршрутной рукоятки из крайнего положения в нормальное в случаях искусственной задержки ригельного стержня замычкой *505* при отблокировании блок-механизма.

Рассмотренная зависимость устанавливается в аппарате ДСП при управлении сигналами с распорядительного поста, а при управлении сигналами с поста — в исполнительных аппаратах.

Схемы ящиков зависимости аппаратов распорядительного и исполнительного постов при управлении сигналами с поста приведены на фиг. 133.



Фиг. 132. Взаимодействие между маршрутными и сигнальной рукоятками и блок-механизмом

Электрическая схема токопрохождения аппаратов (фиг. 134) построена таким образом, что блокировочный сигнал может быть дан дежурным по станции только при повёрнутых маршрутных рукоятках как на распорядительном, так и на исполнительном постах.

Для предотвращения ложного срабатывания блок-механизмов при сообщении воздушных проводов с посторонними источниками тока в аппарате распорядительного поста устраиваются предохранительные заземления.

При нормальном положении маршрутных рукояток заземляются все линейные провода. Заземление снимается при повороте маршрутной рукоятки только с того провода, по которому должен посылаться блокировочный сигнал.

Контакт вспомогательной кнопки не допускает разделки маршрута стрелочником без согласия на то дежурного по станции.

В схеме необходимы две земляные шины для избежания ложных срабатываний блок-механизмов в исполнительных аппаратах в случае, если при заблокировании исполнительным постом блок-механизма в распорядительном аппарате окажется оборванным заземляющий провод или если сопротивление заземления стало чрезмерно высоким, а в аппарате другого поста одна из маршрутных рукояток окажется повёрнутой.

В целях экономии линейных проводов в последнее время нашла применение схема с рукоятками направления на аппаратах исполнительных постов, приведённая на фиг. 135, которая применяется большей частью в тех случаях, когда станционные пути обезличены и используются для двустороннего движения. В этой схеме для маршрутов приёма и отправления чётного и нечётного направлений используется один и тот же провод с добавлением ещё одного провода на группу взаимно-враждебных маршрутов.

Из схемы видно, что благодаря введению рукояток направления каждая маршрутная линейка обслуживает четыре маршрута.

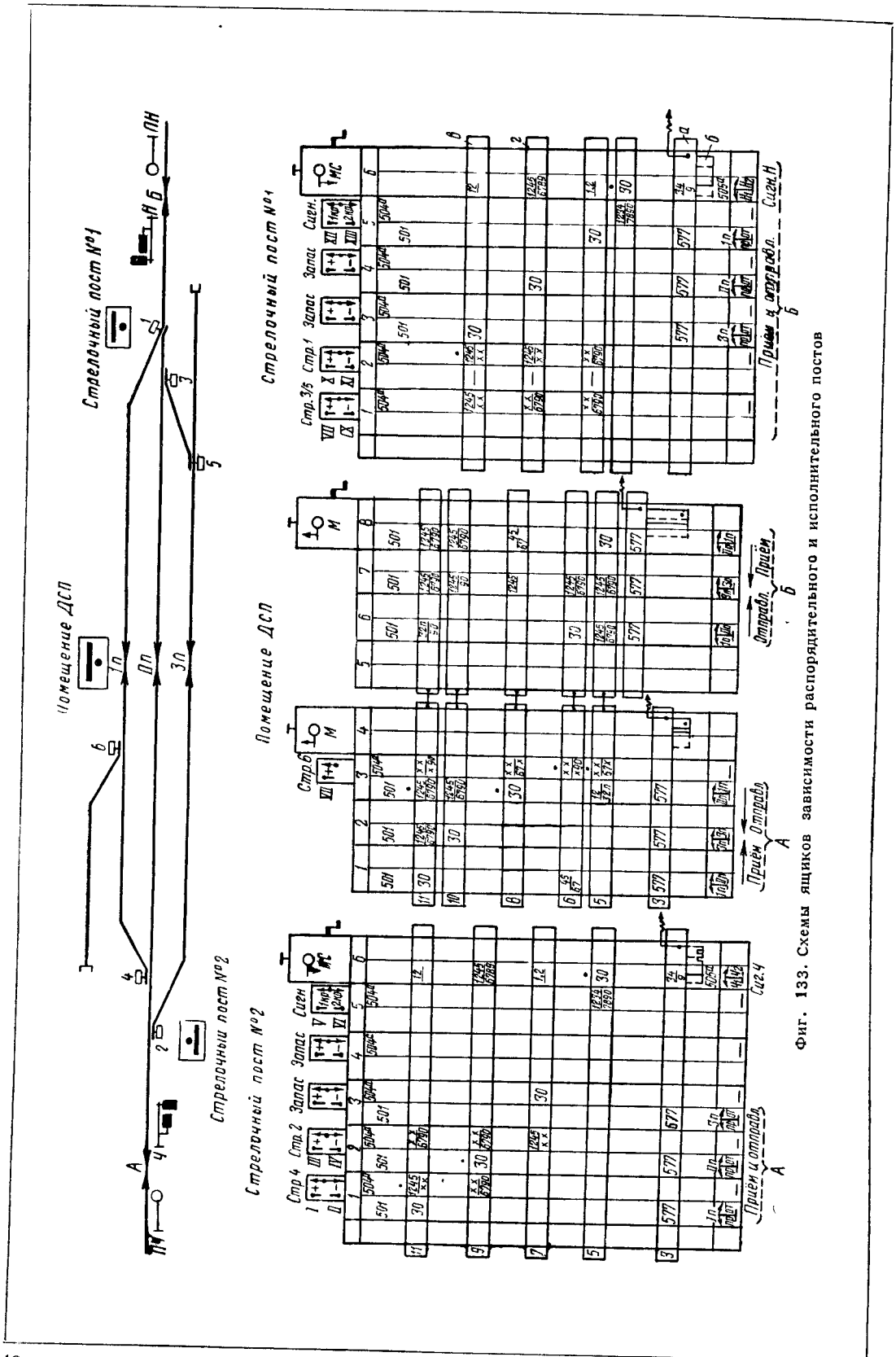
Установка маршрута производится в следующей последовательности.

Дежурный по станции поворачивает маршрутную рукоятку и по телефону даёт стрелочнику распоряжение о приготовлении маршрута приёма. После установки стрелок в требуемое положение и запирания их контрольными замками стрелочник вставляет ключи от стрелок маршрута в соответствующие аппаратные замки и поворачивает их.

Повернув маршрутную рукоятку, стрелочник по телефону докладывает дежурному по станции о готовности маршрута.

Дежурный по станции заблокировывает свой блок-механизм.

Если в распорядительном и исполнительном аппаратах положения маршрутных рукояток совпали, то блокировочная цепь будет

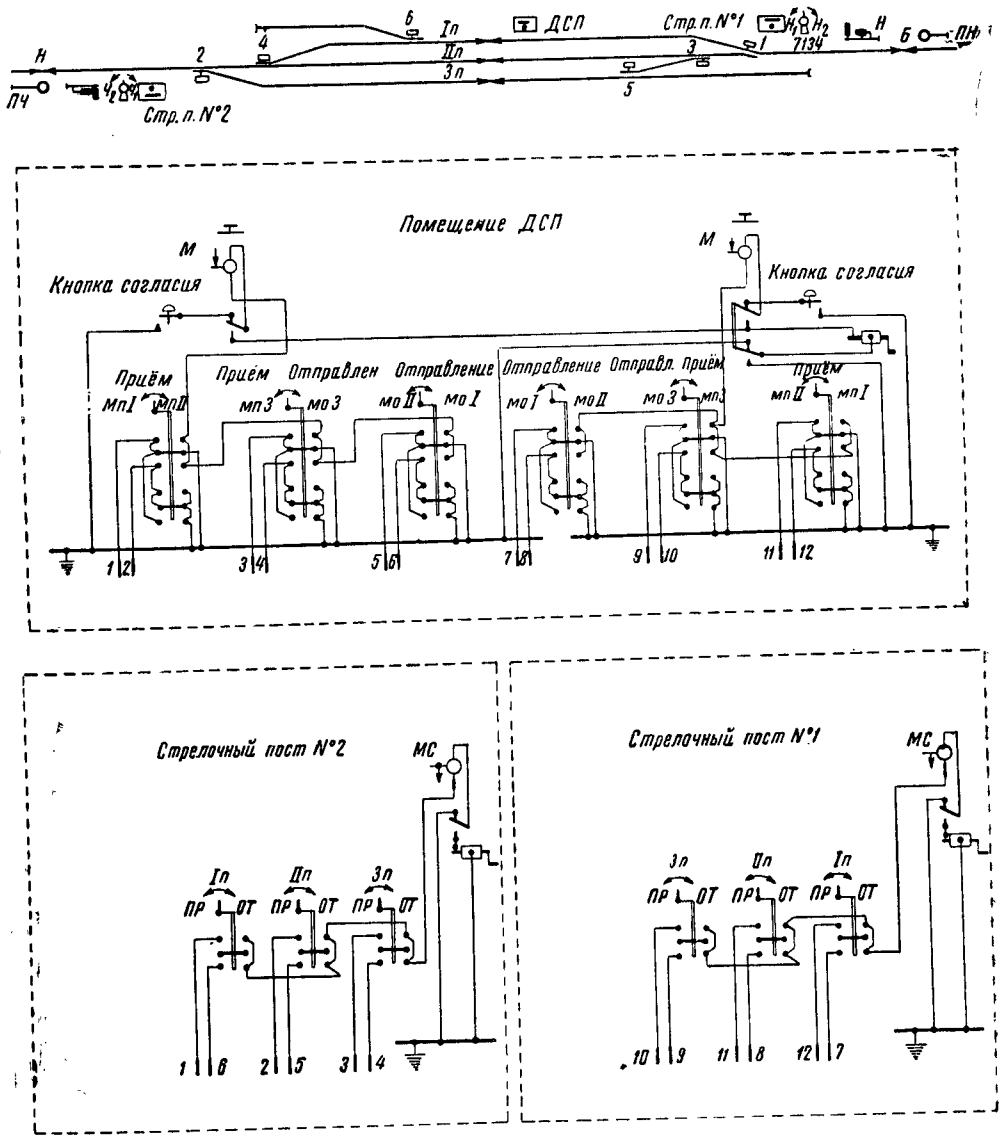


Фиг. 133. Схемы ящиков зависимости распорядительного и исполнительного постов

замкнута и на исполнительном посту отблокируется блок-механизм.

После отблокирования блок-механизма стрелочник поворачивает сигнальную рукоятку в соответствующую сторону и вынимает ключ замков, а на фиг. 136 — общий вид аппарата типа 785.

Из чертежа видно, что замки в этом аппарате размещены в шахматном порядке, причём верхний ряд закреплён на скобе *1*.



Фиг. 134. Электрическая схема токопрохождения аппаратов без рукояток направления

для открытия сигнала из сигнального замка. Разделка маршрута производится в обратной последовательности.

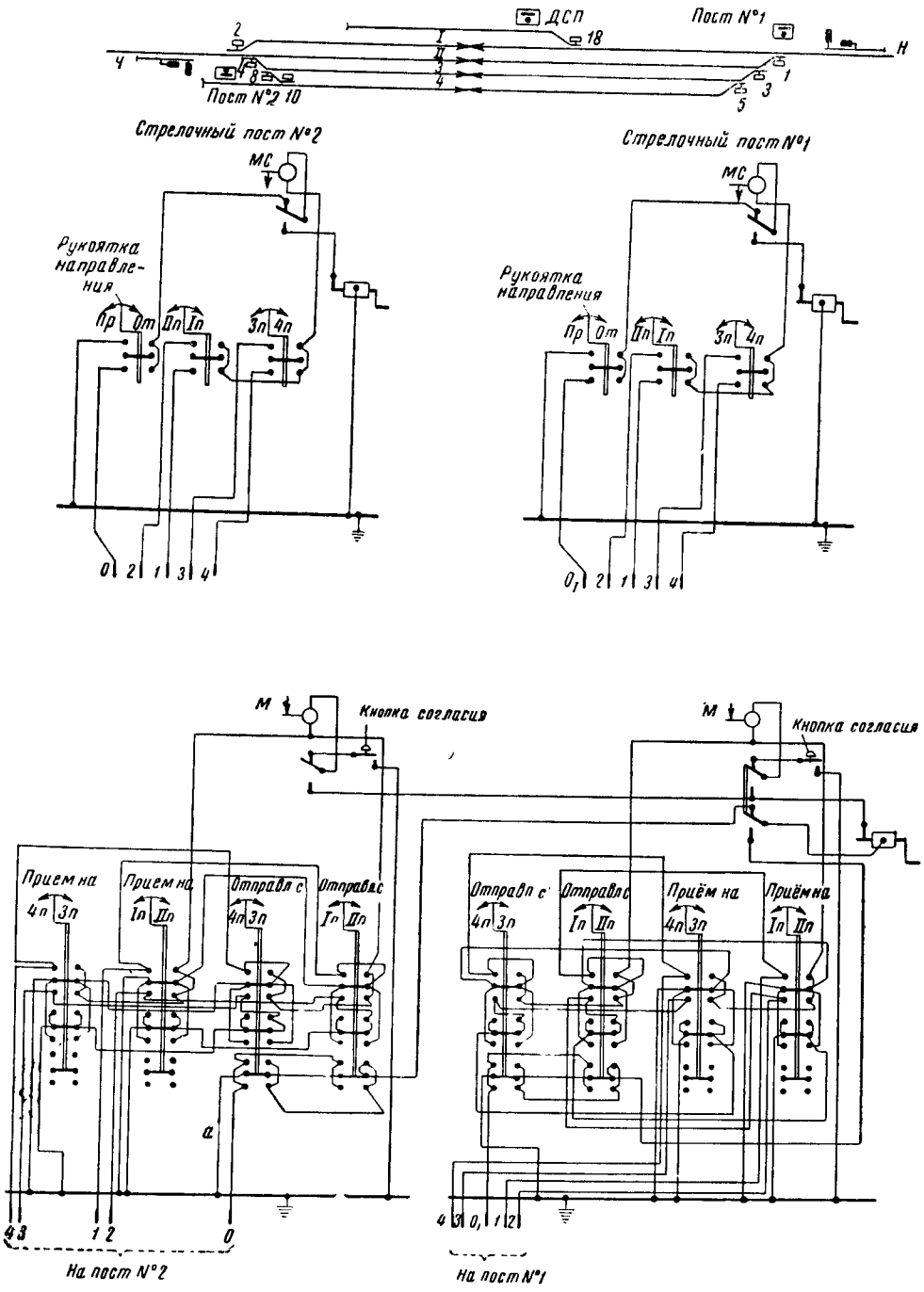
В случаях, когда необходимое количество приборов не может быть размещено в аппарате, состоящем из одной секции, а применение спаренных аппаратов невозможно из-за ограниченной площади стрелочных будок, на исполнительных постах применяются аппараты с двухрядным расположением замков, которые при тех же габаритах значительно увеличивают ёмкость аппарата.

В табл. 23 приведена краткая характеристика аппаратов с двухрядным расположением

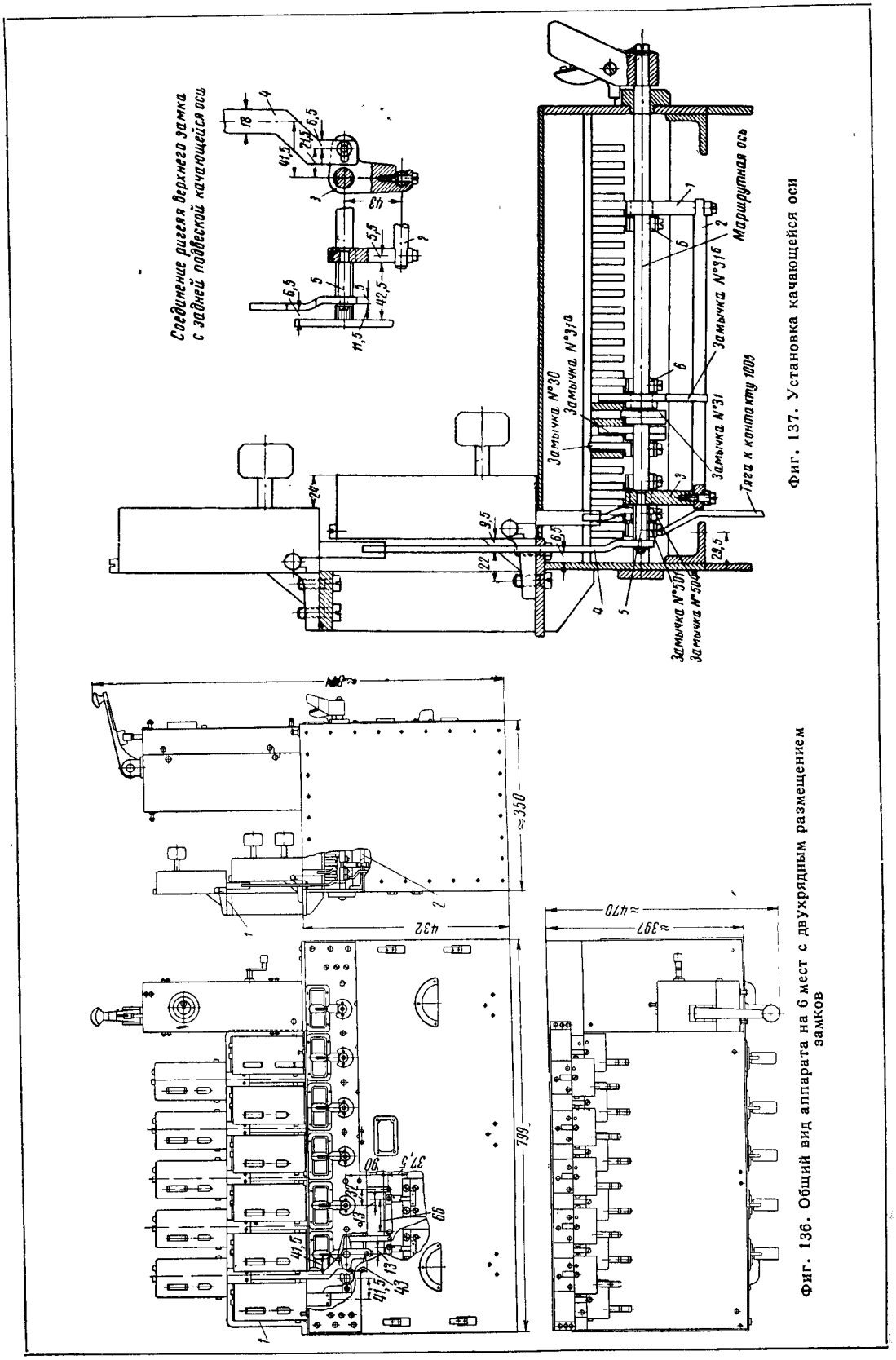
Таблица 23

Характеристика аппаратов с двухрядным расположением замков

Тип	Количество		
	мест	линеек	замков при наличии одного блок-элемента
789	4	10	7
784	4	20	7
790	6	10	11
785	6	20	11



Фиг. 135. Электрическая схема токопрохождения аппаратов с рукоятками направления



Фиг. 137. Установка качающейся оси

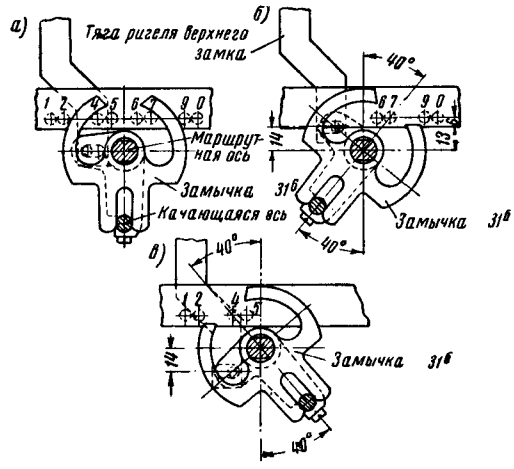
Фиг. 136. Общий вид аппарата на 6 мест с двухрядным размещением замков

Ригели нижнего ряда замков связываются при помощи поводков 504А с правыми осями ящика зависимости, а ригели верхнего ряда замков — таким же путём с левыми осями. В тех же случаях, когда левые оси используются в качестве маршрутных, ригели замков, установленных в верхнем ряду, соединяются с качающимися осями *2*, свободно подвешенными на левых осях ящика зависимости, при помощи подвесок передней *1* и задней *3*.

На фиг. 137 показана установка качающейся оси и взаимозависимость между верхним замком и маршрутной рукояткой ящика зависимости. Поворот левых (используемых в качестве маршрутных или сигнальных) и качающейся осей совершается независимо друг от друга. Ригель верхнего замка связан с качающейся осью при помощи тяги *4*, соединённой с пальцем *5*, вклёпанным в заднюю подвеску *3*. На левые оси свободно насаживаются замычки *31б*, поворачивающиеся при движении качающейся оси.

Расстановка штифтов на маршрутных линейках для замычки *31б* производится так же, как и для замычки *31а*. Для предотвращения смещения замычки *31б* в осевом направлении в тех случаях, когда рядом на той оси другие замычки отсутствуют, устанавливается упорная шайба.

Нормальное положение замычки *31б* показано на фиг. 138,*а*. Если вставить плюсовый ключ в гнездо верхнего стрелочного замка и повернуть его, то ригель замка, переместив-



Фиг. 138. Схема взаимодействия замычки *31б* со стрелочным замком и маршрутной рукояткой: *а* — нормальное положение; *б* — плюсовый ключ вставлен в гнездо стрелочного замка и повёрнут; *в* — минусовый ключ вставлен в гнездо стрелочного замка и повёрнут

шись вместе с тягой вверх (фиг. 138,*б*), вызовет поворот качающейся оси, а следовательно, и замычки *31б* по направлению вращения часовой стрелки. При этом для запирания стрелки в плюсовом положении при перемещении маршрутной линейки влево должны быть установлены штифты *9* и *0*, а при перемещении линейки вправо — штифты *6* и *7*.

Если вставить в гнездо верхнего стрелочного замка минусовый ключ и повернуть его, то ригель замка, переместившись с тягой вниз, повлечёт за собой поворот качающейся оси и замычки *31б* по направлению против часовой стрелки (фиг. 138,*в*). В этом случае для запирания стрелки в минусовом положении при перемещении маршрутной линейки влево устанавливаются штифты *4* и *5*, а при перемещении линейки вправо—штифты *1* и *2*.

Такая связь верхнего замка с качающейся осью даёт возможность установить на каждом месте аппарата два замка, а также маршрутную или сигнальную рукоятку.

Маршрутно-коитрольные устройства системы инж. Григорова

За последнее время на дорогах сети нашли применение маршрутно-контрольные устройства системы инж. Григорова.

Особенностью этой системы является применение аппаратов с девятипозиционными маршрутными коммутаторами и электрических защёлок постоянного тока для их замыкания.

Каждый из коммутаторов рассчитан на 8 маршрутов, вследствие чего аппараты имеют небольшие габаритные размеры. Применение одного многопозиционного коммутатора в принципе устраняет необходимость создания каких-либо зависимостей между маршрутами одной взаимно-враждебной группы.

Аппараты изготовляются на два и четыре места по числу устанавливаемых на них коммутаторов.

Основными частями аппаратов являются коммутатор, электрическая защёлка постоянного тока, индуктор постоянного тока, аппаратные стрелочные и сигнальные контрольные замки и бленкеры. Кроме того, в верхней части аппарата устанавливаются переключатели, а в нижней — оконечные муфты и вводные клеммы.

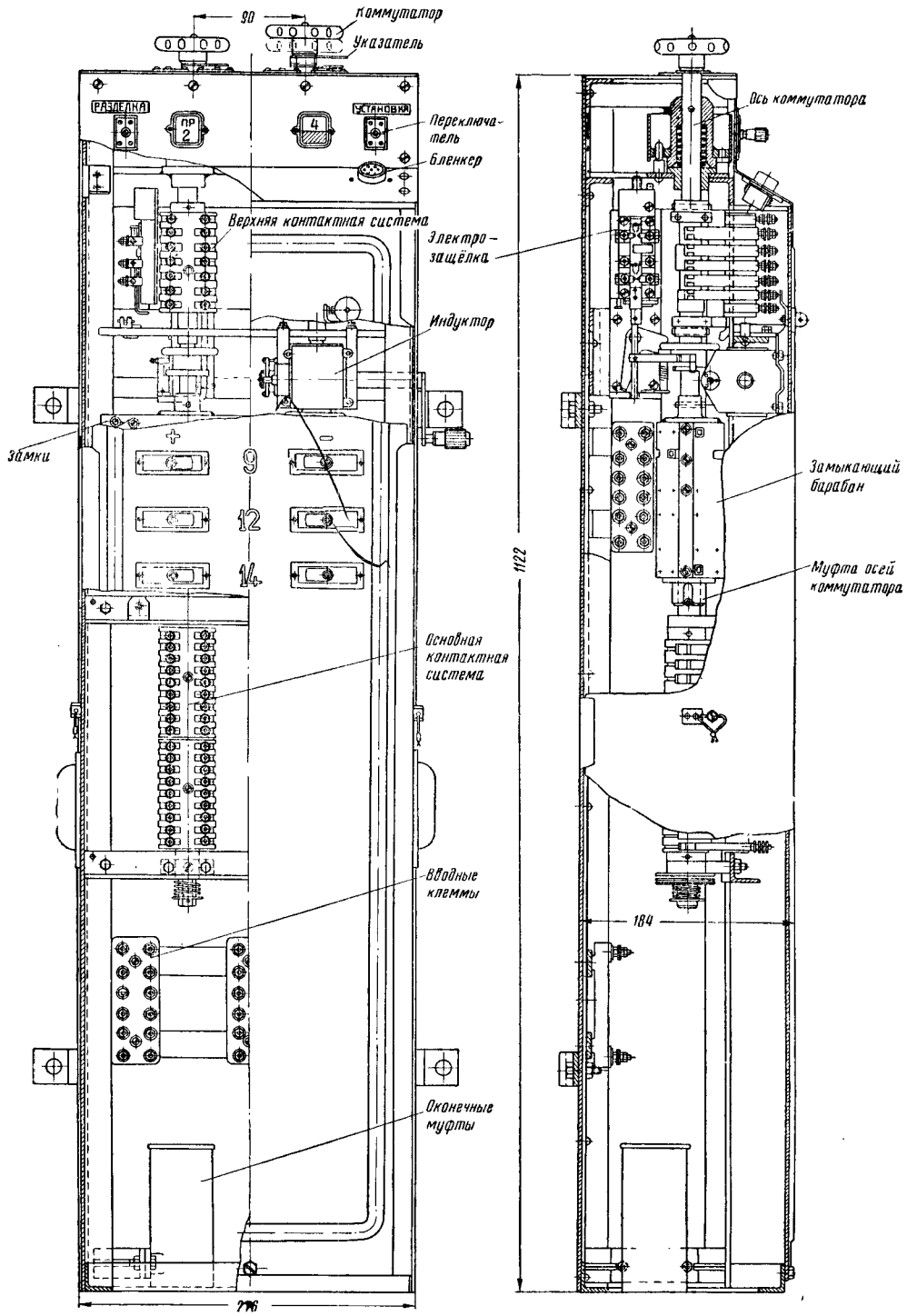
Общий вид аппарата на 2 места приведён на фиг. 139.

Коммутатор состоит из двух частей, связанных муфтой. Ось коммутатора выходит из кожуха аппарата и оканчивается рукояткой с указателем. Рукоятка, а следовательно, и ось, кроме нормального положения, может быть повёрнута соответственно устанавливаемому маршруту в одно из восьми положений, указанных под рукояткой на верхней крышке аппарата.

В нормальном положении ось приподнята, а после её поворота при установке маршрута опускается с небольшим усилием рукой на 11 *мм*. На ось коммутатора внутри аппарата насажены контакты и замыкающий барабан. Контактная система в верхней части оси имеет колодку, свободно насаженную на ось таким образом, что контакты её переключаются только при движении оси вверх или вниз.

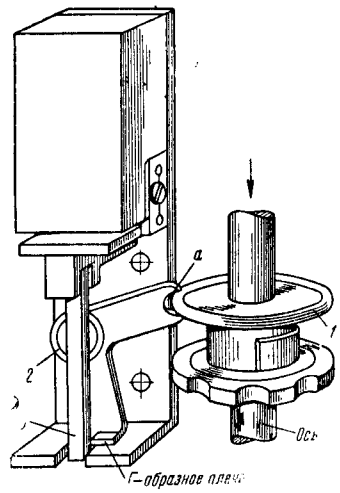
В нижней части оси расположена основная контактная система, которая выполнена в виде барабанов по типу контактных систем защёлочной и релейно-шаговой централизации. Контактные барабаны жёстко связаны с осью и имеют только вращательное движение.

Электрическая защёлка в рассматриваемой системе осуществляет зависимость между распорядительным и исполнительными постами. При помощи шайбы *1* и коленчатого рычажка *2* защёлка связана с осью коммутатора таким



Фиг. 139. Общий вид аппарата системы Григорова на два места

образом, что опускание оси вниз при задании маршрута и поднятие оси при разделке маршрута возможны только при нахождении



Фиг. 140. Эскиз связи электрозащёлки с осью

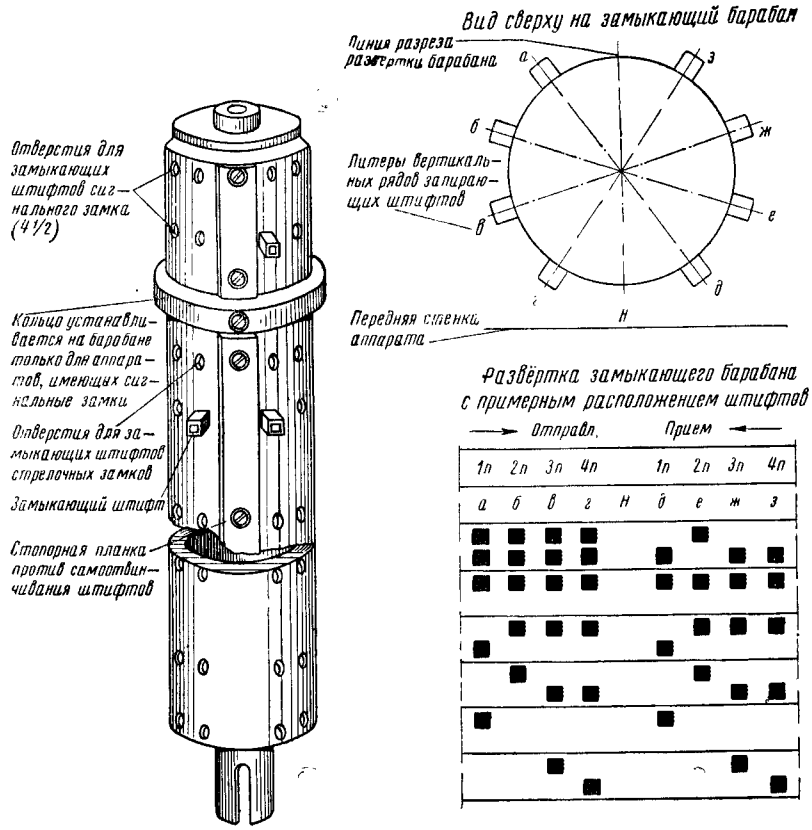
проходит в вырезе *а* коленчатого рычажка *2*. Опусканию оси вниз препятствует Г-образное плечо коленчатого рычажка. При возбуждении электрозащёлки её стержень *3* отходит с пути рычажка *2* и ось может быть опущена.

При последующем прерыве тока в цепи электрозащёлки стержень *3* западает с другой стороны Г-образного плеча рычажка и запирает ось в опущенном положении.

Таким образом для разделки маршрута необходима новая посылка тока в электрозащёлку. Наличие тока в электрозащёлке сигнализируется крестообразным бленкером, включённым последовательно с электрозащёлкой. Обмотка электрозащёлки имеет 6 440 витков проволоки марки ПЭ диаметром 0,23*мм*. Сопротивление электрозащёлки 175 *ом*.

Обмотка бленкера имеет 715 витков из проволоки марки ПЭ диаметром 0,23 *мм*. Сопротивление катушки бленкера 9 *ом*.

Барабан зависимости (фиг. 141) представляет трубу, закреплённую на оси коммутатора. На барабане по вертикальным линиям, соответствующим восьми положениям рукоятки, нарезаны отверстия для штифтов с квадратными головками. Для каждого маршрута на барабане имеется свой вертикальный ряд



Фиг. 141. Эскиз барабана зависимости

защёлки под током. Связь защёлки с осью приведена на фиг. 140.

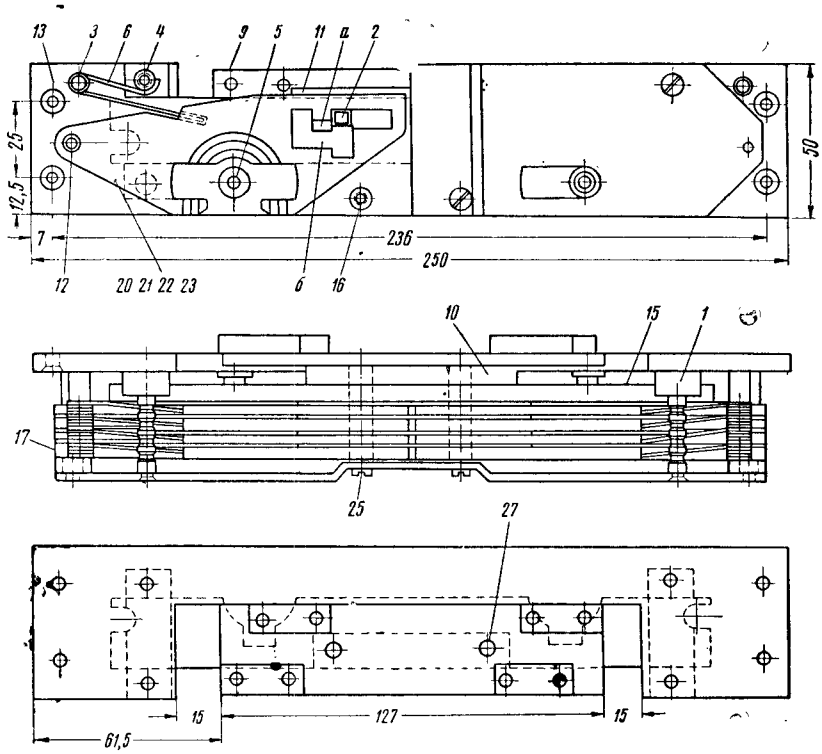
Из фиг. 140 видно, что шайба *1*, закреплённая на оси, при повороте рукоятки свободно

штифтов, которые при задании маршрута взаимодействуют с наклёпами ригелей замков.

Контрольные аппаратные замки устанавливаются один под другим на передней части

каркаса аппарата спереди барабана. Для сигнальных замков отводятся верхние места. Длина оснований замков рассчитана на установку их в двухместном аппарате, симметрично относительно обоих коммутаторов.

ных внутрь аппарата и попарно расположенных против каждого коммутатора. На барабане зависимости против каждого замка имеется два отверстия для штифтов. Если стрелка запирается на плюс, то штифт ввёртывается



Фиг. 142. Общий вид контрольного стрелочного замка системы Григорова

Контрольные стрелочные замки конструкции Григорова (фиг. 142) представляют собой систему из четырёх цугальт *20*, *21*, *22* и *23*, свободно насаженных на ось *12* основания *13* замка. Под действием собственного веса и пружин *6* цугальты нормально занимают нижнее положение и зубцами *а* запирают ригель замка от перемещений вправо с помощью штифта *2* ригеля *15*, проходящего через все цугальты. При повороте ключа такой же конструкции, как и у замка Мелентьева, уступы бородка приподнимают цугальты вверх настолько, что вырезы *б* в цугальтах расположатся против штифта *2* ригеля и последний освободится от замыкания. При дальнейшем повороте ключа ригель передвинется, после чего цугальты вновь опустятся и левым вырезом замкнут ригель.

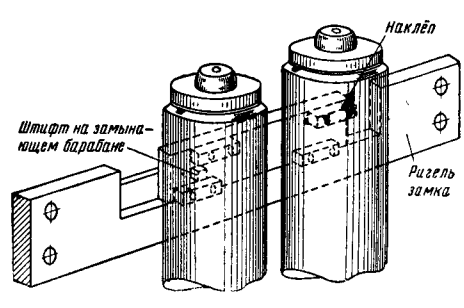
Аппаратные замки системы Григорова, так же как и замки системы Мелентьева, изготовляются двойными с двумя гнёздами для ключей. Левое гнездо предназначено для плюсового ключа стрелки, а правое — для минусового.

Из среднего положения ригели замков перемещаются плюсовым ключом — влево, а минусовым — вправо.

Для связи с барабаном зависимости на ригеле стрелочного замка имеются по два плюсовых и минусовых наклёпа, направлен-

в верхнее отверстие, если на минус, — то в нижнее. Если стрелка в маршруте не запирается, то в вертикальном ряду данного маршрута против замка этой стрелки штифты не ввёртываются.

Связь стрелочного замка с барабаном приведена на эскизе фиг. 143. Из эскиза видно,



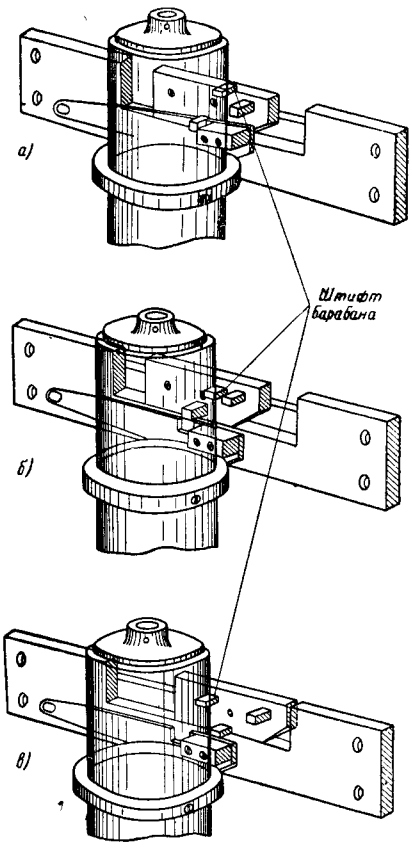
Фиг. 143. Схема взаимодействия контрольного стрелочного замка с барабаном

что опускание барабана станет возможным, если ригель замка будет перемещён вправо (эскиз представляет вид сзади). После опускания барабана его штифты занимают такое положение относительно наклёпов, что пере-

мещение ригеля обратно и изъятие ключа становится невозможным до тех пор, пока коммутатор не будет поднят вверх.

Сигнальный замок конструктивно отличается от стрелочного только расположением штифта, ограничивающего поворот ключа.

При верхнем положении (фиг. 144) ригель заперт рычажком, захватывающим наклёп,



Фиг. 144. Схема взаимодействия сигнального замка с барабаном: *а* — ось коммутатора повёрнута на задаваемый маршрут, но не опущена в гнездо; рычажок продолжает захватывать нижний наклёп ригеля замка, запирая его; *б* — ось коммутатора опущена в гнездо; рычажок отошёл вниз и освободил ригель замка; штифт барабана расположился рядом с верхним наклёпом ригеля замка, препятствуя его переводу влево (если смотреть на замок от барабана); перевод ригеля вправо освободился; *в* — ригель перемещён вправо; нижний наклёп ригеля расположился над верхней гранью рычажка, препятствуя движению барабана и оси вверх

и ни один ключ не может быть повёрнут и вынут из замка. Рычажок лежит на пояске и при опускании барабана также опускается под действием своего веса, освобождая ригель от замыкания.

После опускания барабана против нижнего или верхнего наклёпа ригеля становится штифт замыкающего барабана. Таким образом ригель отпирается для движения только в одну сторону. При маршруте приёма на главный путь ставится верхний штифт, замыкающий движение ригеля вправо, ригель можно перевести только влево и изъять ключ из замка.

При маршрутах на боковые пути ставятся нижние штифты, запирающие движение влево, ригель можно перевести только вправо и тем самым изъять ключ от семафора на два крыла.

При переведённом положении ригеля сигнального замка ось коммутатора оказывается замкнутой в опущенном положении.

Индуктор в рассматриваемой системе маршрутно-контрольных устройств такой же, как и в системе МКУ Наталевича. Для получения постоянного тока, необходимого для питания электрозащёлок, обмотка якоря выведена на два полукольца коллектора. Схема токопрохождения аппаратов требует по одному проводу на каждый станционный путь. Этот провод используется при задании маршрутов как приёма, так и отправления. Кроме того, требуется ещё два общих провода, — один для размыкания маршрутов и один обратный.

Для исключения возможности неправильного возбуждения электрозащёлки при сообщении проводов все прямые провода при нерабочем их состоянии соединены в аппарате ДСП с обратным проводом.

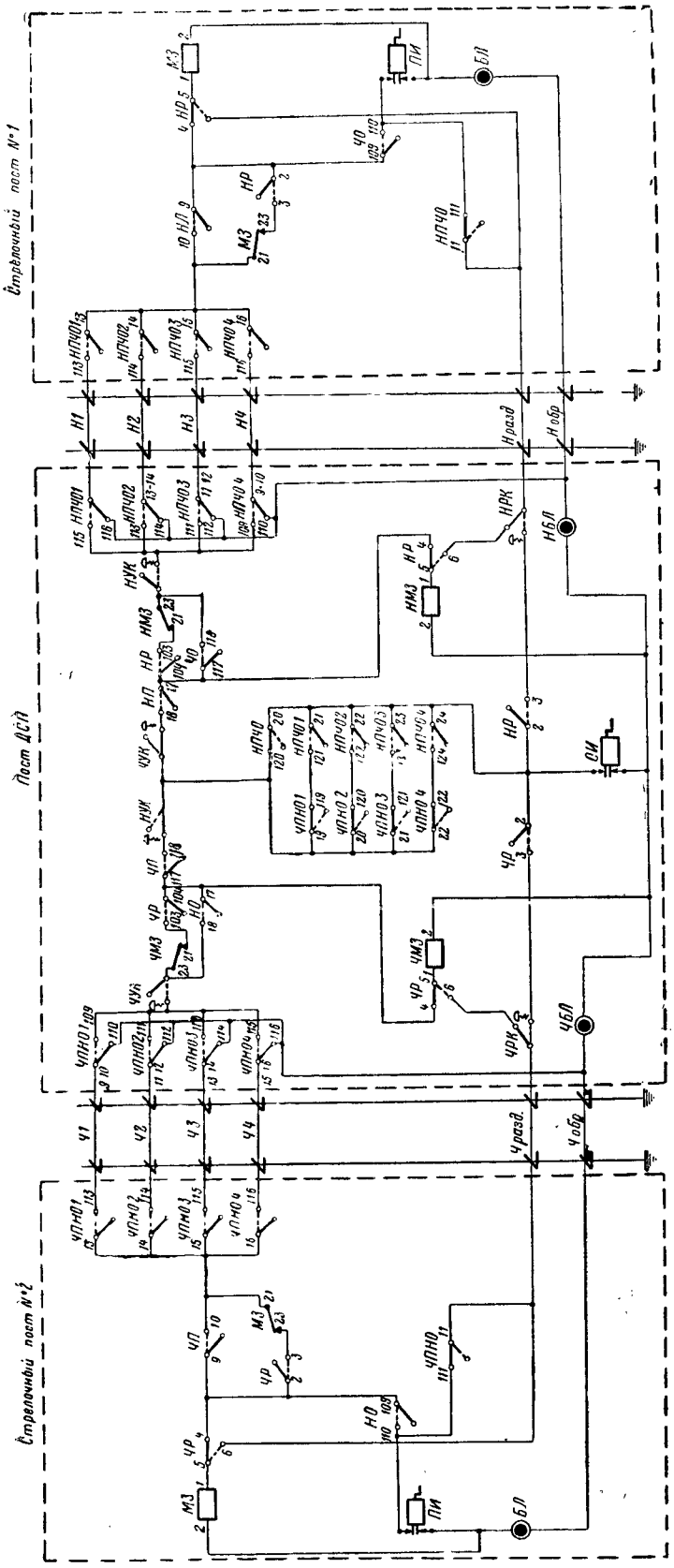
Схема токопрохождения при управлении сигналами со стрелочных постов приведена на фиг. 145.

При выполнении маршрута приёма дежурный по станции даёт стрелочному посту распоряжение по телефону об установке маршрута. Стрелочник устанавливает стрелки в необходимое для маршрута положение и запирает их замками Мелентьева. Ключи от замков стрелок вкладываются стрелочником в замки аппарата, затем он поворачивает коммутатор в положение, соответствующее задаваемому маршруту, и уведомляет дежурного по станции о готовности маршрута. Дежурный по станции также переводит коммутатор на задаваемый маршрут. В обоих аппаратах коммутаторы пока ещё остаются в верхнем положении и до возбуждения электрозащёлок не могут быть опущены.

Возбуждение электрозащёлки в аппарате ДСП в маршрутах приёма происходит от своего индуктора. ДСП вращает ручку индуктора и ток от щётки проходит через группу контактов, которые контролируют, не был ли задан враждебный маршрут.

Далее ток через групповой контакт приёмных маршрутов (*НП* или *ЧП*) и контакт рукоятки (*НР* или *ЧР*) при её верхнем положении попадает в электрозащёлку станционного аппарата. Защёлка становится под ток и освобождает от замыкания коммутатор. ДСП опускает коммутатор. При этом контакт, связанный с поступательным движением коммутатора (*НР* или *ЧР*), отключает защёлку, которая своим стержнем замыкает коммутатор в переведённом положении.

Цепь тока переключается контактом рукоятки (*НР* или *ЧР*), и ДСП, нажимая кнопку установки маршрута (*НУ*, *ЧУ*) и продолжая вращать ручку индуктора, посылает ток в электрозащёлку постового аппарата. Для проверки соответствия положения рукояток цепь тока в аппарате ДСП и стрелочного поста подключается к проводу через контакты коммутаторов, соответствующих данному маршруту.



Фиг. 145. Схема токопрохождения аппаратов системы Григорова

В постовом аппарате ток проходит через групповой контакт маршрутов приёма (*НП*, *ЧП*), через контакты (*НР*, *ЧР*), электрозащёлку, бленкер и возвращается по обратному проводу к минусовой щётке индуктора ДСП.

Стрелочник по бленкеру узнаёт о возбуждении электрозащёлки и опускает коммутатор, извлекает из аппарата сигнальный ключ, отпирает сигнальный станок и открывает семафор.

При опускании коммутатора в постовом аппарате рукояточный контакт (*НР*, *ЧР*) разрывает электрическую цепь электрозащёлки, о чём ДСП судит по бленкеру и прекращает вращать ручку индуктора.

Коммутатор постового аппарата оказывается запертым в нижнем положении.

После проследования поезда, закрытия семафора и возвращения сигнального ключа в аппарат стрелочник по телефону просит ДСП послать ток размыкания маршрута. ДСП нажимает кнопку разделки маршрута и, вращая ручку индуктора, посылает ток в электрозащёлку стрелочного поста по специальному проводу размыкания маршрута.

По бленкеру стрелочник судит о наличии тока в электрозащёлке, поднимает коммутатор и ставит его в нормальное положение.

Цепь защёлки при этом разрывается контактами *НР* или *ЧР*.

Для размыкания коммутатора в станционном аппарате стрелочник, вращая ручку индуктора, посылает ток по тому же проводу разделки маршрута в защёлку станционного аппарата. Эта цепь проходит через контакт нормального положения коммутатора стрелочного поста, что гарантирует отмыкание коммутатора ДСП только после закрытия семафора и разделки маршрута стрелочным постом.

О возбуждении электрозащёлки ДСП также судит по бленкеру и ставит коммутатор в нормальное (верхнее) положение.

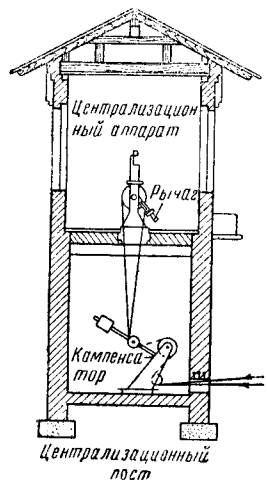
При установке маршрута отправления работа схемы проходит аналогично работе схемы при установке маршрута приёма с той лишь разницей, что установка маршрута начинается со стрелочного поста, а не с поста ДСП. После запирания стрелок стрелочник, вращая ручку индуктора, возбуждает свою электрозащёлку и ставит коммутатор в нижнее положение, а затем посылает ток в электрозащёлку аппарата ДСП.

Разделка маршрута отправления тождественна разделке маршрутов приёма. Взаимное исключение между враждебными маршрутами разных горловин в электрической схеме достигается контактами *НПЧО* и *ЧПНО* маршрутного коммутатора.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ

Механической централизацией называется совокупность устройств для централизованного управления стрелками и семафорами посредством стрелочных и сигнальных рычагов, связанных со стрелками и семафорами гибкой или жёсткой передачей.

При механической централизации в передачу от централизационного поста до стрелки входят следующие части (фиг. 146): стрелочный рычаг, компенсатор, гибкие тяги и приводозамыкатель.



Фиг. 146. Общая схема устройства механической централизации

Стрелочный рычаг устанавливают на втором этаже централизационного поста на рычажных станинах, прикрепляемых к специально уложенным балкам в уровне междуэтажного перекрытия.

Компенсатор предназначен для сообщения тягам определённого натяжения и для компенсации изменения длины тяг при изменениях температуры. Кроме этого, компенсатор (совместно с приводом и замыкателем) выполняет требования обеспечения безопасности при обрыве гибких тяг. Гибкие тяги, состоящие из стальной оцинкованной проволоки, поддерживаются роликами, укреплёнными на опорах. На поворотах устанавливают поворотные, отводные и угловые шкивы.

Приводозамыкатель, осуществляющий перевод и замыкание остряков, устанавливают между остряками на специальной гарнитуре, прикрепляемой к рамным рельсам.

ГИБКАЯ ПЕРЕДАЧА

Дальность управления стрелками и семафорами посредством гибкой передачи установлена: для пошёрстных стрелок — 550 *м*, для противошёрстных стрелок — 500 *м*, для семафоров без предупредительных дисков — 1 500 *м* и для семафоров с предупредительными дисками, включёнными в общие тяги с семафором, — 1 200 *м*.

Дальность управления стрелками разрешается увеличивать до 800 *м* при соблюдении следующих условий: 1) установке опорных столбиков с роликами не далее 8 *м* один от другого; 2) наличии между рычагом и приводом не более трёх поворотов тяги, не считая поворотов на компенсаторе, у рычага и привода; 3) применении поворотных и угловых шкивов с шариковыми подшипниками; 4) применении компенсаторов сигиального типа; 5) установке для контроля и замыкания остряков стрелки приводного контрольного замка.

Составными частями гибкой передачи являются:

а) стальная оцинкованная проволока (ОСТ 1457) диаметром 4 *мм* для семафорной передачи (с разрывным усилием не менее 1 260 *кг*) и 5 *мм* для стрелочной передачи (с разрывным усилием не менее 1 960 *кг*);

б) стальной оцинкованный трос (ОСТ 969) диаметром 5 *мм* (с разрывным усилием не менее 1 100 *кг*) для семафорной передачи и 5 *мм* для стрелочной передачи (с разрывным усилием не менее 1 300 *кг*), применяемый в местах, где линия гибкой передачи имеет отклонение от прямой более 3°;

в) стяжные муфты (фиг. 147) для регулирования длины гибкой передачи в малых пределах;

г) стальные оцинкованные петли (ОСТ 2306), напаиваемые на концы соединяемых тросов и проводов;

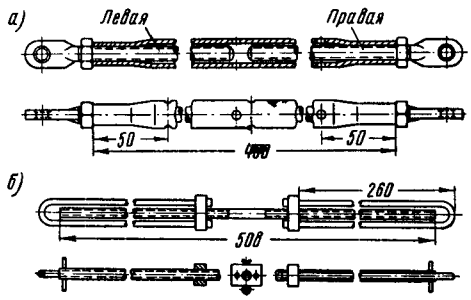
д) ролики, однопарные и двухпарные, поддерживающие гибкие тяги (фиг. 148);

е) поворотные шкивы (фиг. 149), устанавливаемые в местах отклонения линии передачи более 3° от прямой.

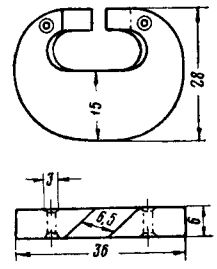
Соединение проводов гибкой передачи производится посредством спаек (фиг. 150). В местах соединения провода с тросом устанавливаются огнивки (фиг. 151), включаемые в петли, заделанные на соединяемых концах.

Гибкие тяги опираются на ролики через 10 *м* на прямых участках и 8 *м* на кривых и в гибких передачах управления стрелками свыше 600 *м*. Ролики укрепляются на опорах, тип которых показан на фиг. 152, 153 и 154. Типовые опоры изготовляются по чертежам: 7958—для гибкой передачи нормального управления стрелками, 8103—для гибкой передачи удалённого управления при одноярусном расположении тяг и 8194—для гибкой передачи удалённого управления при двухъярусном расположении тяг. Размеры и вес траверс для опор показаны в табл. 24.

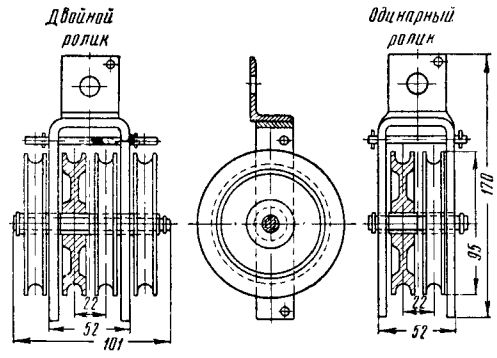
Основания и фундаменты для поворотных шкивов. Угловые поворотные шкивы для одной и двух пар гибких тяг устанавливаются на металлических фундаментах (фиг. 155). При большем количестве тяг для поворотных шкивов устраиваются специальные основания, заделываемые в фундаменты (фиг. 156—161 и табл. 25—30).



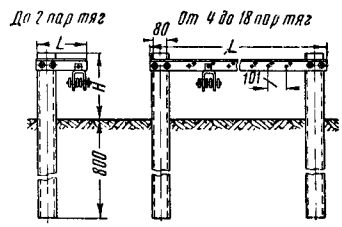
Фиг. 147. Стяжные муфты: *а* — закрытая; *б* — открытая



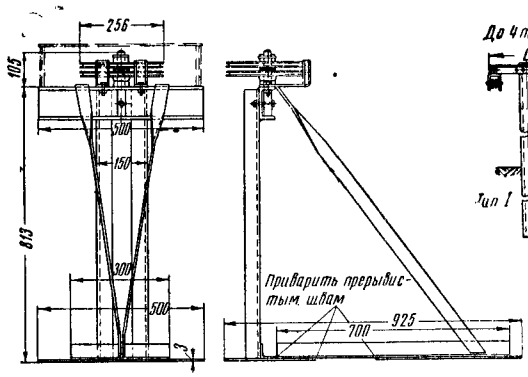
Фиг. 151. Огнивка



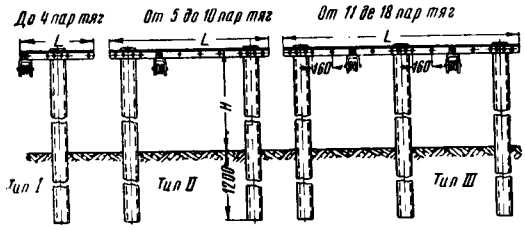
Фиг. 148. Поддерживающие ролики



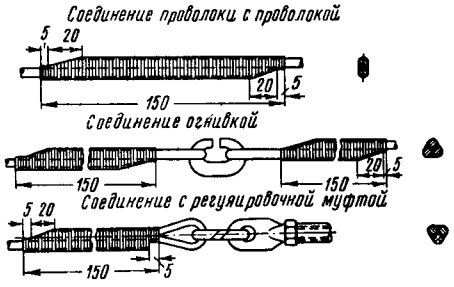
Фиг. 152. Опоры для тяг механической централизации удалённого управления при двух рядах тяг



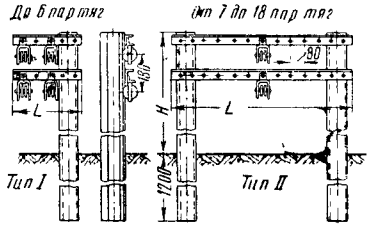
Фиг. 149. Угловой поворотный шкив 2336



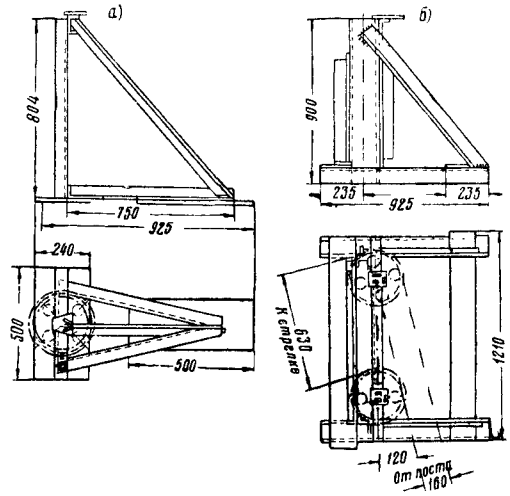
Фиг. 153. Опоры для тяг механической централизации удалённого управления при одном ряде проводов



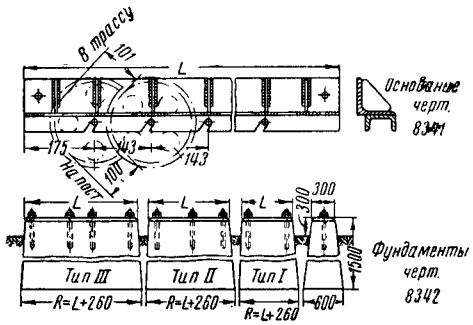
Фиг. 150. Соединения гибких тяг



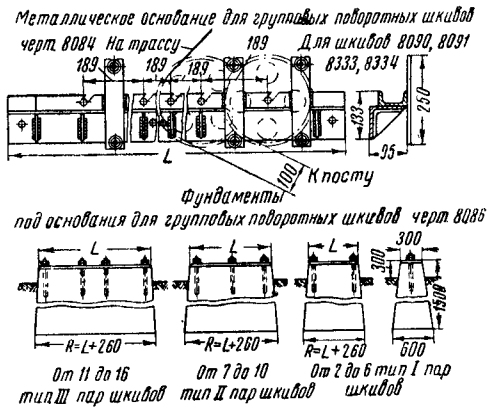
Фиг. 154. Опоры для тяг механической централизации нормального управления



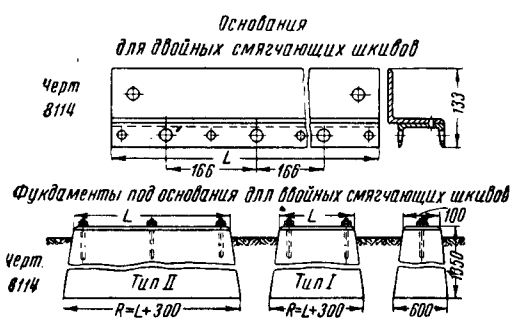
Фиг. 155. Металлические фундаменты для угловых поворотных шкивов: *а* — металлический фундамент под угловые поворотные шкивы по черт. 8092 и 8335; *б* — металлический фундамент для двух пар угловых поворотных шкивов по черт. 8092 и 8335.



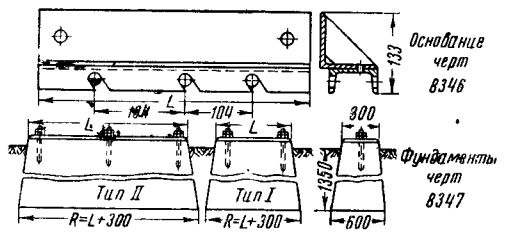
Фиг. 156. Фундаменты для групповых шкивов нормального управления



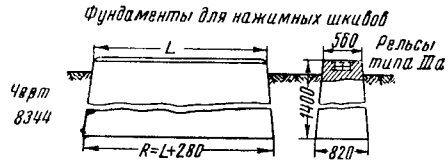
Фиг. 157. Фундаменты для групповых шкивов удалённого управления



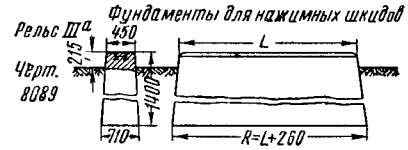
Фиг. 158. Фундаменты для смягчающих шкивов удалённого управления



Фиг. 159. Фундаменты для смягчающих шкивов нормального Управления



Фиг. 160. Фундаменты для нажимных шкивов нормального управления



Фиг. 161. Фундаменты для нажимных шкивов удалённого управления

Таблица 24

Размеры и вес траверс

Материал	№ чертежа	Число пар тяг	Длина траверс L в $м$ и вес P в $кг$																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Равнобокий уголок 50×50×6	7958	L	—	0,26	—	0,53	—	0,63	—	0,73	—	0,83	—	0,93	—	1,04	—	1,14	—	1,24
		P	—	1,2	—	2,4	—	3,1	—	3,3	—	3,9	—	4,5	—	4,7	—	5,3	—	5,5
	8103	L	0,22	0,24	0,40	0,56	0,72	0,88	1,04	1,20	1,36	1,52	1,68	1,84	2,00	2,16	2,32	2,48	2,64	2,80
		P	1,0	1,1	1,8	2,5	3,3	4,0	4,7	5,4	6,1	6,8	7,5	8,3	9,0	9,7	10,4	11,1	11,8	12,5
	8194	L	0,20	0,28	0,36	0,56	0,64	0,72	—	0,54×2			0,80×2				0,96×2			
		P	0,6	1,3	1,6	2,2	2,9	3,2	—	5,8			7,2				8,6			

Таблица 25

Основания и фундаменты для групповых поворотных шкивов нормального управления (фиг. 156)

Показатели	Число пар шкивов																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Тип основания и фундамента																
	I				II						III						
Длина основания L в $мм$	495	640	785	930	1075	1220	1365	1510	1655	1800	1945	2090	2235	2380	2525	6670	2815
Вес комплекта в $кг$ . . .	20	26	32	38	44	50	56	62	68	74	80	86	92	98	104	110	116
Длина фундамента L в $мм$	635	180	925	2070	1215	1360	1505	1650	1795	1940	2085	2230	2375	2520	2665	2810	2955
Объём в $м^3$	0,52	0,62	0,72	0,82	0,92	1,02	1,12	1,22	1,82	1,42	1,52	1,62	1,72	1,82	1,92	2,02	2,12
Вес цемента в $кг$	31	37	43	49	55	61	67	73	79	85	91	97	103	109	115	121	127

Таблица 26

Основания и фундаменты для групповых поворотных шкивов удалённого управления (фиг. 157)

Показатели	Число пар шкивов														
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Длина основания L в $м$.	0,61	0,8	0,985	1,175	1,365	1,555	1,745	1,93	2,19	2,31	2,5	2,67	2,873	3,07	3,255
Вес основания в $кг$	14	18	23	28	33	39	45	51	57	64	72	79	87	92	103
Длина фундамента L в $м$	0,75	0,94	1,13	1,32	1,51	1,7	1,89	2,07	2,26	2,45	2,64	2,81	3,02	3,21	3,4
Объём в $м^3$	0,57	0,69	0,82	0,94	1,06	1,19	1,31	1,43	1,56	1,67	1,8	1,91	2,12	2,24	2,35
Вес цемента в $кг$	34	41	49	56	63	71	78	85	93	100	102	114	127	134	141

Таблица 27

Основания и фундаменты для смягчающих шкивов удалённого направления (фиг. 158)

Показатели	Число пар шкивов																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Тип основания																
	I				II												
Длина основания L в $мм$	366	532	698	864	1030	1196	1362	1528	1694	1860	2026	2192	2358	2524	2690	2856	3022
Вес комплекта в $кг$ . . .	13,8	16,5	19,5	22,8	25,9	30,7	33,8	37,0	40,2	43,3	46,8	49,8	53,0	56,2	59,3	62,7	65,8
Длина фундамента L в $мм$	426	592	758	924	1090	1256	1422	1588	1764	1910	2086	2252	2418	2584	2750	2916	3082
Объём в $м^3$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
Вес цемента в $кг$	20	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114

Таблица 28

Основания и фундаменты для смягчающих шкивов нормального управления (фиг. 159)

Показатели	Число пар шкивов																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Тип основания и фундамента																
	I					II											
Длина основания L в *мм*	335	439	543	647	751	855	952	1063	1167	1271	1375	1479	1583	1687	1791	1895	1999
Вес комплекта в *кг* . . .	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55	58	61
Длина фундамента L в *мм*	400	500	610	710	820	920	1020	1130	1230	1340	1440	1540	1650	1750	1860	1960	2060
Объём в $м^3$	0,33	0,39	0,46	0,53	0,6	0,66	0,72	0.79	0,85	0,92	0,98	1,04	1,11	1,17	1,24	1,3	1,9
Вес цемента в *кг*	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84

Таблица 29

Фундаменты для нажимных шкивов нормального управления (фиг. 160)

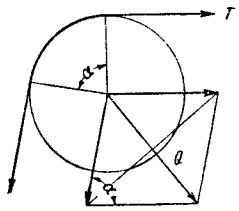
Показатели	Число парных шкивов																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Длина рельса L в *м* . . .	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3	3,3	3,6	3,9	4.2	4 5	4,8	5,1	5,4	5,7
Длина фундамента L в *мм*	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
Объём в $м^3$	0,41	0,51	0,61	0,71	0,81	0,91	1,01	1,11	1,21	1,31	1,41	1,51	1,61	1,71	1,81	1,91	2,01
Вес цемента в *кг*	25	31	37	43	49	55	61	67	73	79	85	91	97	103	109	115	121

Таблица 30

Фундаменты для нажимных шкивов удалённого управления (фиг. 161)

Показатели	Число пар шкивов																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Длина рельса L в *м* . . .	0,72	1,2	1,32	1,62	2,02	2,32	2,62	2,92	3,22	3,62	3,92	4,22	4,52	1,82	5,22	5,52	6,02
Длина фундамента L в *м*	0,4	0,55	0,7	0,85	1,05	1,2	1,35	1,5	1,65	1,85	2	21,5	2,3	2,45	2,65	2,8	3
Объём в $м^3$	0,4	0,52	0,63	0,74	0,89	1	1,12	1,23	1,35	1,5	1,61	1,72	1,85	1,96	2,1	2,35	2,6
Вес цемента в *кг*	28	37	44	52	63	70	79	86	95	105	113	121	130	138	147	165	182

Расчёт фундаментов и стоек поворотных шкивов. Равнодействующая натяжений кон-



Фиг. 162. Схема сил давления на стойку

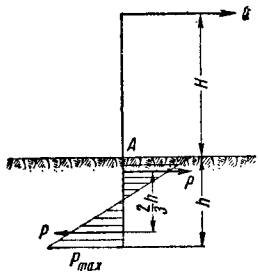
цов троса, обхватывающего угловой шкив (фиг. 162), равна в общем виде

$$Q = 2T\sin\frac{\alpha}{2},$$

где Q — равнодействующая натяжений T концов троса, обхватывающего шкив;
α — угол обхвата.

Расчёт закрепления стоек. Стойка подвергается действию равнодействующей Q (фиг. 163). Реакция грунта может быть представлена двумя равными треугольниками сил с равнодействующими P

$$P = 0{,}5 \cdot 0{,}5hP_{max}.$$



Фиг. 163. Расчётная схема для стойки углового шкива

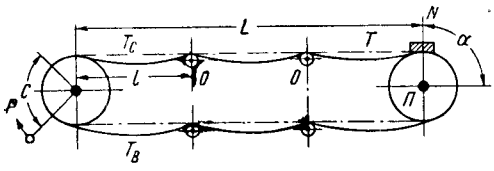
Изгибающий момент равен

$$M = \frac{2}{3}Ph = \frac{1}{6}P_{max} \cdot h^2; \quad h = \sqrt{\frac{6M}{P_{max}}},$$

$P_{max} = Rb$, где R — допускаемое давление на грунт и b — ширина стойки.

Работа гибкой передачи

Гибкая передача может быть представлена в виде двух замкнутых тяг длиной L от оси рычага до оси привода, составленных из нескольких пролётов, поддерживаемых роликами (фиг. 164). При переводе рычага в ведущей тяге



Фиг. 164. Схема гибкой передачи

создаётся натяжение $T_в$ и в сдающей T_c; если через $P_П$ обозначить усилие, приложенное к окружности шкива, то

$$P_П = T_в - T_c.$$

При отсутствии потерь в передаче

$$P_П = F,$$

где F — сопротивление на приводном шкиве.

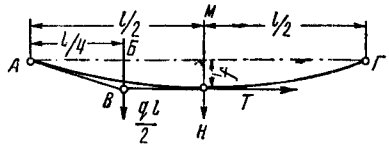
Величина усилия P, прилагаемого к рычагу, установлена не свыше 30 *кг*. При этом усилие на окружности шкива рычага $P_П$, соответственно конструкции передачи, равно около 120 *кг*. Ход гибкой передачи, создаваемый при переводе рычага, равен 500 *мм*. Таким образом, нормально при переводе рычага совершается работа 60 *кгм*. Эта работа расходуется на преодоление сопротивлений в передаче и на совершение полезной работы, т. е. определённое перемещение привода стрелки или семафора, при котором обеспечивается их правильное положение.

В гибкой передаче имеют место потери хода на удлинения, связанные с весом гибких тяг, и на удлинения от упругих растяжений при увеличении усилия.

Стрела провеса гибкой тяги, подвешенной на одном уровне в точках A и $Г$, равна (фиг. 165)

$$f = \frac{ql^2}{8T},$$

где q — вес 1 *пог. м* провода в *кг*;
l — длина пролёта в *м*;
T — усилие в проводе в *кг*.



Фиг. 165. Схема одного пролёта гибкой тяги

Разность между длиной провисшей тяги S и длиной пролёта l равна

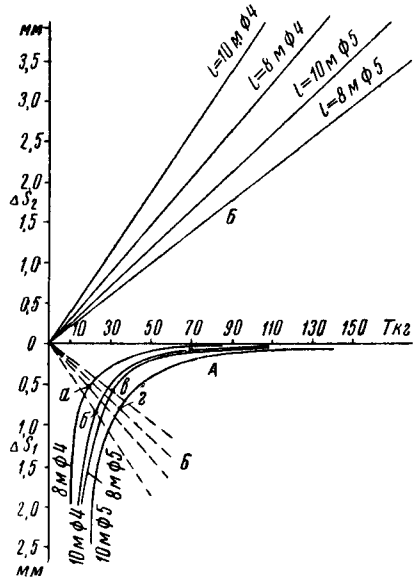
$$\Delta S_1 = \frac{q^2 l^3}{24T^2} \ (м).$$

Упругое удлинение

$$\Delta S_2 = \frac{TS}{QE},$$

где Q — площадь сечения провода.

Графически оба вида удлинений показаны на фиг. 166. В верхней части показаны упругие удлинения для проводов диаметром 4 *мм* и 5 *мм* при пролётах длиной $l = 8$ *м* и $l' = 10$ *м*. В нижней части показаны удлинения, зависящие от веса тяг, для тех же проводов. Пунктиром повторены упругие удлинения.



Фиг. 166. Кривые удлинений проводов

На основе кривых фиг. 166 можно сделать следующие выводы:

а) с целью уменьшения потерь хода, связанных с провесами, необходимо давать гибким тягам постоянное натяжение не менее 50 *кг*;

б) при натяжении тяг усилием 100 *кг* и выше изменения длины тяг, зависящие от веса, практического значения не имеют и решающее влияние оказывают упругие удлинения.

Сопротивление различного рода шкивов (фиг. 167), входящих в состав гибкой передачи, рассчитывается по эмпирической формуле

$$F = C + 7{,}4T \frac{1}{D} \sin\frac{\alpha}{2} \lambda \ (кг),$$

где C — постоянное сопротивление ненагруженного шкива, равное по опытным измерениям в среднем 0,3 *кг*;
T — натяжение тяги в *кг*;
D — диаметр шкива в *мм*;
α — угол обхвата шкива тягой;
λ — коэфициент, характеризующий тип шкива; при подшипниках трения $\lambda = 1$, при шариковых подшипниках $\lambda = 0{,}2$.

Сопротивление разных шкивов, показанных на фиг. 167, определённое по этой формуле, приведено в табл. 31.

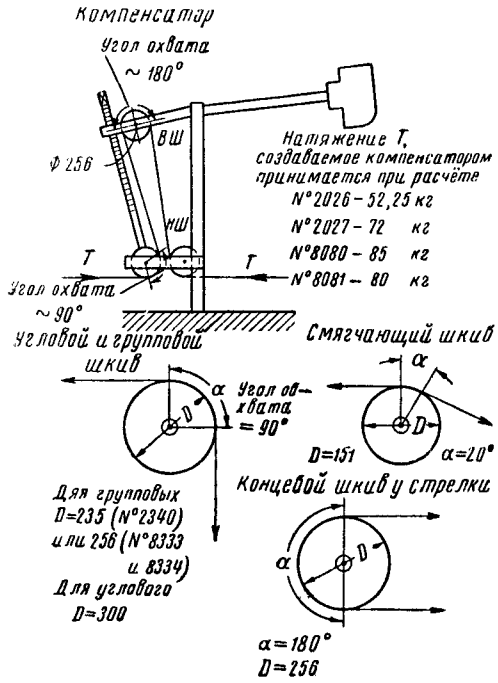
В табл. 31 натяжение $T = 52{,}25$ *кг* соответствует компенсатору 2026.

Таблица 31

Сопротивление шкивов

Название шкива	D в мм	T в кг	α	F (в кг) при λ = 1	F (в кг) при λ = 0,2
Групповой (ГШ) . .	235	52,25	190	1,46	0,532
То же	256	52,25	90	1,365	0,513
Угловой (УШ) . . .	300	52,25	90	1,209	0,482
Смягчающий (СШ) .	151	52,25	20	1,744	0,389
Концевой у стрелки (КП)	256	52,25	180	1 806	0,601

Для компенсаторов 2027, 8081 и 8080, создающих натяжение в тягах T=72, 80 и 85 *кг*, сопротивления увеличиваются в 1,38, 1,53



Фиг. 167. Схемы шкивов

и 1,62 раза. Эти сопротивления показаны на графике (фиг. 168). Пользуясь данными о сопротивлении шкивов, можно определять сопротивление отдельных приборов.

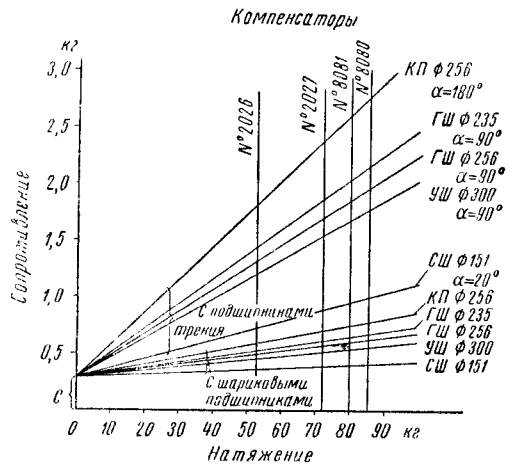
Сопротивление поддерживающих роликов принимают 0,2 *кг* на пару роликов. Приводы однокрылого и двухкрылого семафоров в среднем имеют сопротивление соответственно около 15 и 25 *кг*.

Сопротивление остряка стрелки переводу

$$F_o = \frac{M_1 Q l}{2\,(l-a)}\ (кг),$$

где Q — вес остряка в *кг*;
l — длина остряка в *м*;
a — расстояние от точки крепления переводной тяги к остряку до его острия в *м*;
M_1 — коэфициент трения остряка по подушкам.

Для стрелки типа II-а F_o = 36,7 *кг* сопротивление шарнирного замыкателя в начале и конце перевода равно в среднем 15 *кг*, а в середине перевода 7—8 *кг*. Таким образом, в начале и конце перевода стрелки общее сопротивление стрелки типа II-а переводу составляет 51,7 *кг*, а в середине, когда двигаются оба остряка, — 80,4 *кг*.



Фиг. 168. Сопротивления шкивов

Выравнивание натяжений в гибкой передаче после окончания перевода совершается за счёт живой силы движущихся частей передачи. Увеличение хода тяг вследствие живой силы определяется по формуле

$$S = \frac{M_m\, v^2 + M_П \left(\frac{v}{b}\right)^2}{b\left(\frac{1}{2} F_m + F_c\right)}\ (м),$$

где M_m — масса тяг;
$M_П$ — масса привода с одним остряком (второй уже стоит);
v — скорость перемещения в *м*;
b — передаточное число от тяги к приводу;
F_m — сопротивление тяги в *кг*;
F_c — сопротивление привода с остряком в *кг*.

При расчёте гибкой передачи определяют:

а) усилие в тягах, необходимое для перевода стрелки или сигнала и преодоления всех сопротивлений в передаче;

б) усилие на рычаге, необходимое для создания в тягах усилия по п. а, причём это усилие не должно превосходить 30 *кг*;

в) рабочий ход, переданный к приводу стрелки или семафора, причём этот ход не должен быть менее рабочего хода, определяемого конструкцией привода.

Перед определением потерь в передаче все сопротивления приводят к месту расположения привода. Например, компенсатор с сопротивлением 16 *кг*, расположенный в 10 *м* от рычага по отношению к приводу, расположенному на 400 *м* от рычага, при расчёте

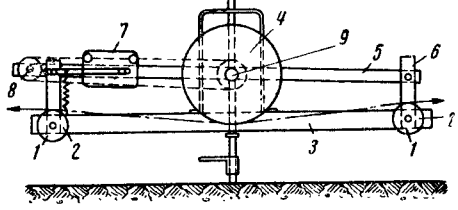
потерь хода приравнивается сопротивлению, отнесённому к приводу:

$$F_n = F\,\frac{10}{400} = 0{,}4\ кг.$$

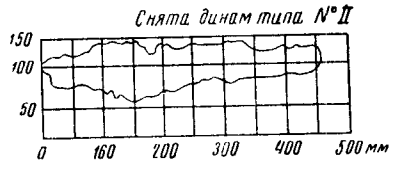
Приведённые сопротивления всех элементов передачи вместе с сопротивлением привода представляют потребное переводное усилие.

Динамометрирование гибкой передачи

Наибольшие и отдельные усилия в гибкой передаче при переводе определяют пружинными динамометрами различных конструкций, включаемыми в разрез тяг. Полный цикл работы гибкой передачи даёт динамометр системы М. И. Вахнина, включаемый в тяги без разреза их (фиг. 169). Действие динамометра Вахнина основано на измерении прогиба провода между двумя точками *1—1* в зависимости от натяжения тяг. Для исследования динамометр прикладывают к тяге двумя роликами *2*, укреплёнными в бруске *3*, располагаемом параллельно тяге. Отрезок тяги между роликами *2* серединой вкладывается в жёлоб шкива *4*, который вместе с рычагом *5*, качающимся на оси стойки *6*, может подниматься или опускаться под действием гибкой тяги. Записывающий прибор состоит из рамки *7* с бумагой. Рамка прикреплена к бесконечному канатику, который делает около трёх оборотов на ступице *9* шкива *4* и закрепляется на ней. При движении тяги шкив *4* приводит в движение бесконечный канатик, перекинутый через ролик *8*, и таким образом рамка с бумагой получает поступательное движение по отношению рычага *5*. Перемещения рамки и тяги пропорциональны диаметрам ступицы *9* и шкива *4*. Динамограмма, снятая динамометром Вахнина, представлена на фиг. 170.



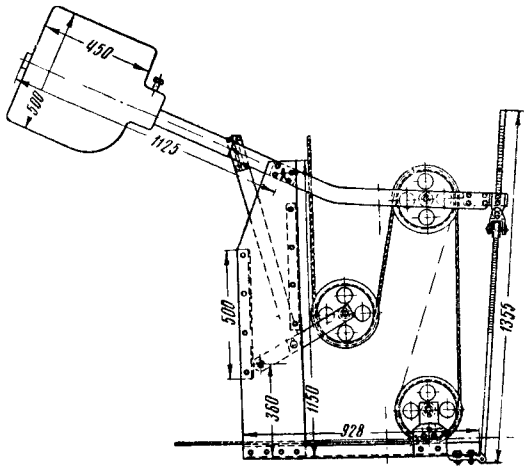
Фиг. 169. Динамометр системы М. И. Вахнина



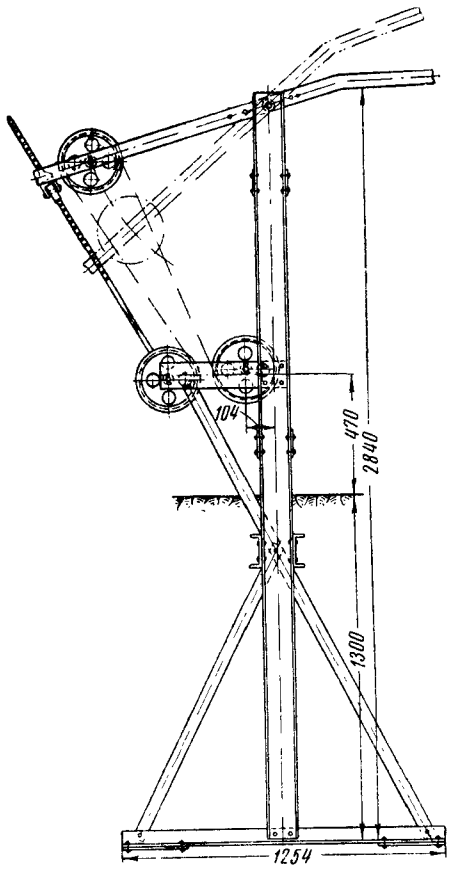
Фиг. 170. Динамограмма

КОМПЕНСАТОР

Компенсатор состоит из станины с укреплёнными на ней шкивами, двух рычагов с грузами и заклинивающего приспособления с зубчатой рейкой (фиг. 171 и 172). Гибкие тросы огибают шкивы и получают постоянное натяжение под действием грузов, которые опускаются и поднимаются при изменении длины тяг в зависимости от изменения температуры. Грузы могут передвигаться вдоль рычагов,



Фиг. 171. Постовой компенсатор 2026*а*



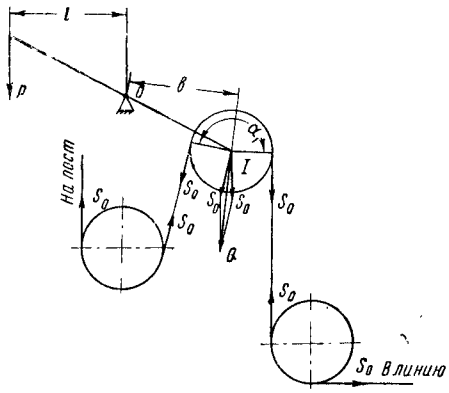
Фиг. 172. Напольный компенсатор 2027

и таким образом натяжение в тягах может регулироваться. Нормально натяжение в тягах поддерживается равным 70—80 *кг*.

Наибольшая длина гибкой тяги, которую компенсатор может отдать при понижении температуры или выбрать при повышении температуры, называется компенсирующим ходом компенсатора.

Наибольшая длина гибкой тяги, которую компенсатор может вытянуть при обрыве гибкой передачи, называется обрывным ходом компенсатора.

Натяжение в гибкой передаче, создаваемое постовым компенсатором (фиг. 173), опреде-



Фиг. 173. Схема постового компенсатора при выключенном вспомогательном рычаге

ляется по формуле (при выключенном вспомогательном рычаге)

$$S_0 = \frac{Pl}{2b \sin \frac{\alpha_1}{2}},$$

где S_0 — натяжение гибкой передачи в *кг*;
α_1 — угол обхвата шкива *1* тросом;
P — вес груза компенсатора в *кг*;
l — расстояние груза P от оси вращения O в *мм*;
b — расстояние шкива *1* от оси O в *мм*.

Натяжение в гибкой передаче, создаваемое напольным компенсатором, определяется по этой же формуле.

Натяжение тяг гибкой передачи, создаваемое постовым компенсатором при включённом вспомогательном рычаге, равно (фиг. 174)

$$S_0 = \frac{Pl}{2b \sin \frac{\alpha_1}{2} + 2 \frac{\sin \frac{\alpha_2}{2}(m+n)}{m} \cos \alpha_3 (a \cos \alpha_4 - a \sin \alpha_4)}.$$

Поверочный расчёт компенсаторов производится на основании вышеуказанных формул. В качестве примера даётся поверочный расчёт для сигнального компенсатора *2027* (фиг. 175).

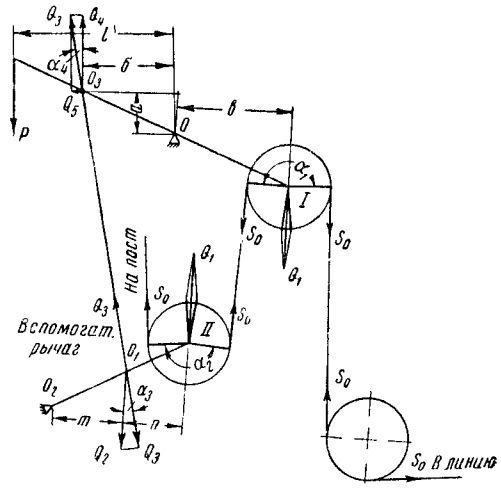
Натяжение в тягах при наивысшей температуре ($l = 144{,}5$, $b = 65$ и $\alpha = 188°$)

$$S_0 = \frac{67 \cdot 144{,}5}{2 \cdot 65 \sin 94°} = 74 \text{ (кг)}.$$

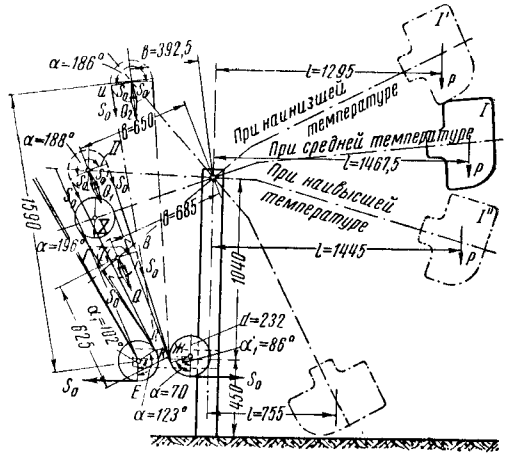
Натяжение в тягах при наинизшей температуре ($l = 129{,}5$, $b = 68{,}5$ и $\alpha = 196°$)

$$S_0 = \frac{67 \cdot 129{,}5}{2 \cdot 68{,}5 \sin 98°} = 64 \text{ (кг)}.$$

$P = 67$ *кг* — вес груза компенсатора 2027.



Фиг. 174. Схема постового компенсатора при включённом вспомогательном рычаге



Фиг. 175. Кинематическая схема компенсатора 2027

Полный ход компенсатора по схеме (фиг. 175) равен

$$L = L_o - L_н = 3\,983 - 1\,994 = 1\,989 \text{ (мм)},$$

где L_o — длина петли троса на компенсаторе после обрыва тяги и
$L_н$ — длина петли троса при наинизшей температуре.

$L_o = 172 + 1\,570 + 372 + 1\,565 + 204 = 3\,983$ (*мм*).

где $172=\frac{\pi d\ 86^\circ}{360^\circ}$, $372=\frac{\pi d\ 186^\circ}{360^\circ}$, $204=\frac{\pi d\ 102^\circ}{360^\circ}$, 1 570 и 1 565 — длины по построению.

$L_н = 141 + 660 + 392 + 555 + 246 = 1\,994$ (*мм*),

где $141=\frac{\pi d 70^\circ}{360^\circ}$, $392=\frac{\pi d 196^\circ}{360^\circ}$, $246=\frac{\pi d 123^\circ}{360^\circ}$, 660 и 555 — длины по построению.

Обрывной ход для многокрылого семафора или для однокрылого без дополнительного останова на сигнальном приводе требуется 1 600 *мм*; для однокрылого семафора с дополнительным остановом на сигнальном приводе обрывной ход требуется 1 088 *мм*. В этих случаях компенсирующий ход остаётся:

а) для многокрылых семафоров и однокрылых без дополнительного останова

$$L_к = 1\,989 - 1\,600 - 50 = 339\ мм;$$

б) для однокрылого семафора с дополнительным остановом

$$L_к = 1\,989 - 1\,088 - 50 = 851\ мм,$$

50 *мм* — запасный ход на неточности.

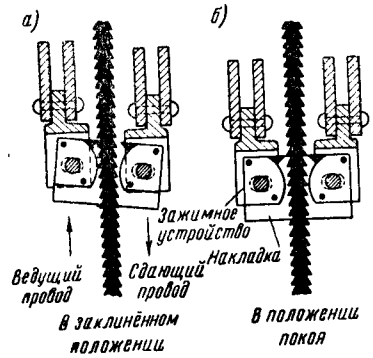
Характеристика применяемых компенсаторов приведена в табл. 32.

Компенсатор 2026а отличается от компенсатора 2026 тем, что в нём шкивы на рычагах смещены в сторону грузов на 150 *мм*.

Компенсаторы 8080 и 8081 применяются в тягах стрелок удалённого управления.

Компенсаторы прочно устанавливаются — напольные в грунт с бетонировкой основания, а постовые на железные балки, располагаемые на специальном фундаменте первого этажа (компенсаторной) централизационного поста.

Заклинивающее устройство (фиг. 176) состоит из двух кулачков, каждый из которых шарнирно укреплён на рычаге компенсатора, причём острые зубцы кулачков обращены к зубцам рейки, пропущенной между кулачками. Кулачки связаны между собой планками на шарнирах, в результате этого при расхождении рычагов одного вверх, а другого вниз (например, при переводе стрелки или семафора, когда одна из тяг натягивается, а другая ослабевает) кулачки сближаются к рейке, входя своими зубьями в зубцы рейки. Удлинение или укорочение гибких тяг от температуры происходит практически одинаково для обеих тяг. Грузы компенсатора опускаются или поднимаются равномерно вниз или вверх, а с ними получают одинаковое перемещение вниз или вверх кулачки заклинивающего устройства; таким образом зубцы кулачков не



Фиг. 176. Заклинивающее устройство компенсатора

приближаются к зубцам рейки. Компенсация длины тяг при изменении температуры происходит беспрепятственно.

При обрыве одной из тяг натяжение в тягах резко падает и грузы компенсатора, падая вниз, сматывают провод с привода семафора или стрелки. При падении груза компенсатора вниз кулачки стопорного при-

Таблица 32

Характеристика компенсаторов

Длины гибкой передачи	Типы компенсаторов								
	2026		2027		2026а		8080		8081
	Многокрылый семафор и однокрылый без дополнительного останова	Однокрылый семафор с дополнительным остановом	Многокрылый семафор и однокрылый без дополнительного останова	Однокрылый семафор с дополнительным остановом	На стрелках с механическим приводом		На стрелках с механическим приводом		На стрелках с механическим приводом
					с удерживающим упором	без удерживающего упора	с удерживающим упором	без удерживающего упора	
					на стрелочном рычаге		на стрелочном рычаге		
	Наибольшая разность температур, обеспечиваемая постоянной регулировкой тяг, в градусах С								
1 200	40	40	22	57	—	—	—	—	—
1 100	44	44	25	62	—	—	—	—	—
1 000	48	48	27	68	—	—	—	—	—
900	53	53	30	76	41	41	63	36	55
800	60	60	34	85	46	46	70	40	62
700	69	69	39	98	53	53	80	46	71
600	80	80	45	более 100	61	61	94	54	83
500	96	96	54	» 100	74	74	более 100	64	100
400	более 100	более 100	68	» 100	92	92	» 100	80	более 100
300	» 100	» 100	91	» 100	более 100	более 100	» 100	более 100	» 100
200	» 100	» 100	более 100	» 100	» 100	» 100	» 100	» 100	» 100
100	» 100	» 100	» 100	» 100	» 100	» 100	» 100	» 100	» 100

способления беспрепятственно скользят по рейке, зубья которой направлены вверх. Грузы останавливаются и повисают на оставшейся целой тяге после вытягивания свободной её части.

Регулировка компенсатора заключается в установке заклинивающего приспособления на зубчатой рейке в зависимости от температуры с таким расчётом, чтобы:

а) перемещение заклинивающего приспособления происходило в пределах зубчатой рейки при изменении длины гибких тяг от наинизшей до наивысшей температуры для данной местности;

б) при положении заклинивающего приспособления на рейке в месте, соответствующем наивысшей температуре данной местности, обеспечивался ход кулачков по рейке, соответствующей обрывному ходу компенсатора. Регулировка производится по таблицам, составленным для каждого типа компенсатора в зависимости от длины гибкой передачи и колебаний температуры.

Удлиниение тяг от температуры

$$\Delta L_t = \alpha t L \ (м),$$

где α — коэфициент температурного удлинения;

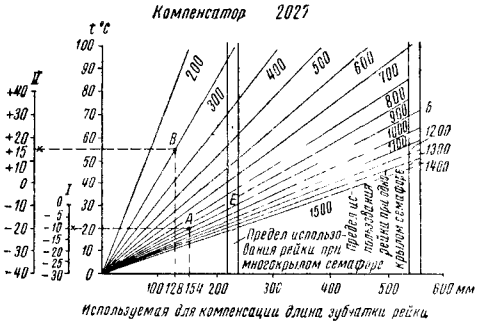
L — длина провода в *м*;

$t = t_1 - t_2$ — разность колебаний температуры.

Для провода из стали коэфициент $\alpha = 0{,}000012$. Для семафорной гибкой передачи длиной 1 500 *м* при разности температур в 60°

$$\Delta L_t = 0{,}000012 \cdot 1\,500 \cdot 60 = 1{,}080\ м = 1\,080\ мм.$$

Такой компенсирующий ход может быть получен только для однокрылого семафора от постового компенсатора *2026*. Между тем правильная работа гибкой передачи требует постояниой и непрерывно действующей компенсации, и поэтому особо важное значение имеет регулировка компеисатора. Компенсаторы можно регулировать не только по специальным заранее составленным таблицам, ио и по графикам. Один из таких графиков для регулировки компенсатора *2027* показан на фиг. 177. По оси отложена длина



Фиг. 177. График для регулировки компенсатора

зубчатой части рейки. Пучок прямых соответствует потребным длинам зубчатой рейки при длине провода от 200 до 1 500 *м* и разности температур от 0 до 100°. В качестве примера на графике показана регулировка компенсатора для двухкрылого семафора при длине тяг 1 000 *м*. По графику определяется точка $E = -30°$, указывающая, что компенсатор требует регулировки в пределах изменения каждых 30°. На фиг. 177 показано определение места установки заклинивающего приспособления для температуры —10°. Для этой цели отрезок от точки E до оси абсцисс делится на равные части от 0 до —30°, и от точки —10° проводится линия до точки A—пересечения с прямой 1 000 *м*. Точке A соответствует длина рейки 154 *мм*, против чего и должно быть установлено заклинивающее приспособление при $t = -10°$.

СТРЕЛОЧНЫЕ РЫЧАГИ

Стрелочный рычаг *1724*

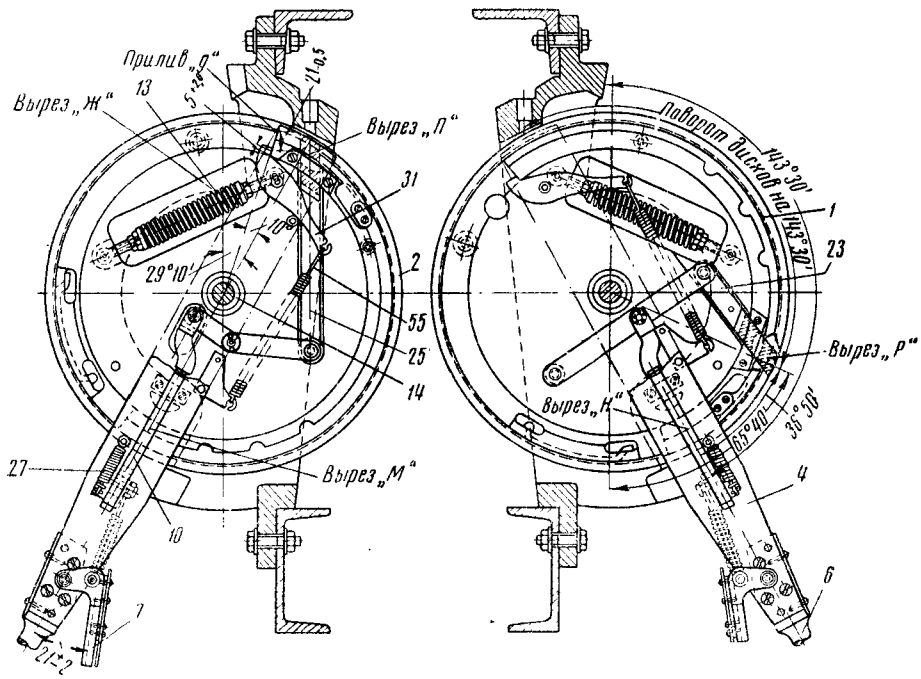
Стрелочный взрезной рычаг (фиг. 178) при переводе его из одного крайнего положения в другое должен сообщать перемещение гибкой передаче, достаточное для перевода стрелочных остряков из одного крайнего положения в другое с обеспечением необходимого замыкания остряков в крайнем положении. Одновременно посредством стрелочного рычага, работающего совместно со всей стрелочной передачей, осуществляется контроль положения остряков, взреза стрелки и обрыва проводов гибкой передачи.

Стрелочный рычаг *1724* состоит из собственно рычага, составленного из двух полос *4*, заканчивающихся общей рукояткой *6* и вращающихся на оси *14*. Между полосами *4* на оси *14* установлены два шкива, соединённые между собой пружиной *13*. С собственно рычагом шкивы *1* и *2* имеют пружинное (взрезное) соединение посредством взрезных рычажков *31*, прижимаемых к упорным плоскостям кольцеобразных приливов на шкивах взрезными пружинами *55*. В крайних положениях стрелочный рычаг неподвижно закрепляется защёлками *10*, концы которых входят в вырезы на станине рычага под действием пружин *27*. При нажатии на защёлочную ручку *7* защёлки выходят из вырезов на станине и освобождают рычаг для перевода. Выход защёлок из вырезов станины возможен только при одновременном движении выталкивающих кулачков *23* и *25* в сторону круговой поверхности шкивов. Замыкание рычага осуществляется замыкающими стержнями, опускающимися сверху аппарата вниз и заходящими в вырезы на шкивах против выталкивающих кулачков; последние в этом случае не могут двигаться к поверхности шкивов, не допуская одновременно выходить и защёлкам *10* из вырезов на станине.

Два стальных троса, которыми оканчивается гибкая передача, прикрепляются первый к одному шкиву рычага и второй к другому шкиву таким образом, что соединяющая шкивы пружина *13* несколько растягивается.

Стрелочный взрезной рычаг должен обеспечивать рабочий ход рычага (угол поворота) 143° ± 30′.

Взрез стрелки вызывает перемещение привода и связанных с ним гибких тяг (см. привод-замыкатель). В результате увеличенное

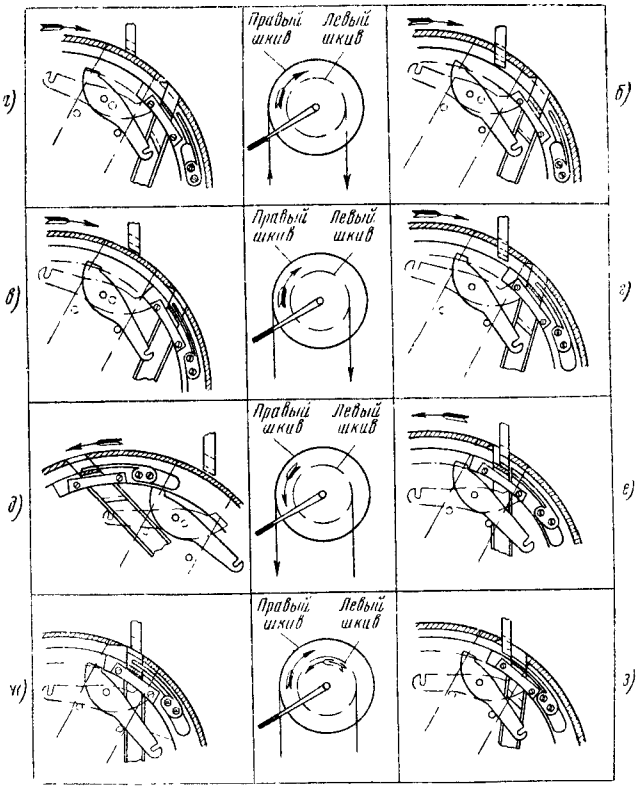


Фиг. 178. Стрелочный взрезной рычаг *1724*

усилие в одной из гибких тяг вызывает взрез стрелочного рычага. При взрезе стрелочного рычага (фиг. 179, *а*), не запертого в маршруте и находившегося в нормальном положении, шкивы поворачиваются отдельно от рычага *6*, причём нажатием на рукоятку *7* нельзя отомкнуть рычаг, так как выталкивающий кулачок упирается в реборду шкива. Замкнуть рычаг в маршруте также нельзя, так как замыкающий стержень упирается в тело шкива. Взрез рычага устраняется специальным взрезным ключом, хранящимся в запломбированном виде на централизационном посту, после предварительного осмотра стрелки и устранения причин взреза. Нормально шкивы опломбировывают совместно с рычагом таким образом, что смещение шкивов вызывает разрыв пломбировочного шнура. При взрезе на рычаге появляется знак взреза.

При взрезе стрелки, запертой в маршруте (фиг. 179, *б*). поворот шкивов стрелочного рычага происходит аналогично, но опущенный замыкающий стержень скосом реборды затягивается ещё ниже, что вызывает поворот оси в ящике зависимости, включающей контакты взрезного звонка.

При обрыве левой тяги, связанной с правым шкивом (фиг. 179, *в*), шкивы повернутся против часовой стрелки. Замкнуть в маршруте рычаг нельзя. При обрыве этой же тяги, но у запертого в маршруте рычага, стержень затягивается скосом реборды и звонит взрезной звонок (фиг. 179, *г*). Обрыв правой тяги показан на фиг. 179, *д* и *е*. Явления аналогичны предыдущему.

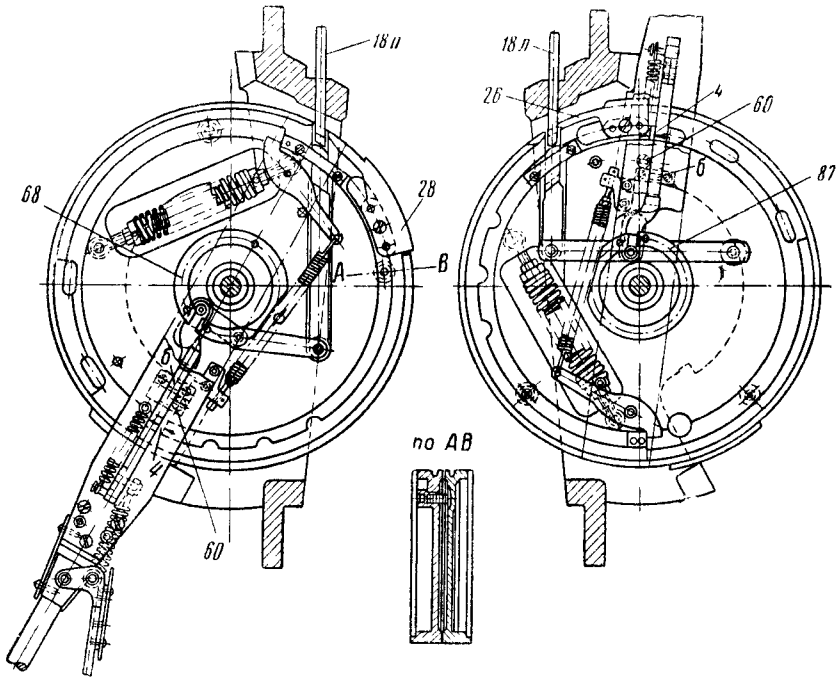


Фиг. 179. Работа стрелочного рычага при взрезе и обрыве

Обрыв обеих гибких тяг вызывает смещение шкивов под действием пружины *13*. Замкнуть рычаг или перевести его до устранения обрыва нельзя (фиг. 179, *ж*). Если рычаг заперт в маршруте, то одновременный обрыв двух тяг (фиг. 179, *з*) вызывает такое же смещение шкивов, но одновременно скосом реборды затягивается вниз замыкающий стержень, который в ящике зависимости поворачивает ось и включает взрезной звонок.

Стрелочный рычаг *9224*

В настоящее время принят к изготовлению стрелочный взрезной рычаг *9224*, предложенный инж. Евдокимовым (фиг. 180). Этот рычаг обеспечивает контроль взреза любой из гибких тяг и более чувствителен к изменению натяжения в тягах. Рычаг *9224* допускает замыкающие стержни опустить вниз и таким образом контролировать взрез стрелок, не запертых в маршрутах.



Фиг. 180. Стрелочный взрезной рычаг *9224*

На стрелочном рычаге *9224* дополнительно установлены дуга *87* и штифты *60* по одному для каждого шкива. В защёлках сделаны дополнительные вырезы *6*, в которые входят штифты *60* при нажатой ручке рычага, если произойдёт смещение шкивов из-за обрыва тяги. Носики язычков *26* и *28* сделаны удлинёнными и поднятыми на уровень прореза опущенных замыкающих стержней ящика зависимости. Возвышающиеся части язычков в виде гребней ограничивают поворот шкивов рычага при сматывании троса при обрыве гибкой тяги. Эти гребни упираются в замыкающие стержни *18л* и *18п*. Между защёлками и соответствующими им ребордами оставлен зазор 4 *мм*, допускающий перемещение шкивов по отношению друг к другу, если во время перевода значительно изменится разность натяжений в тягах.

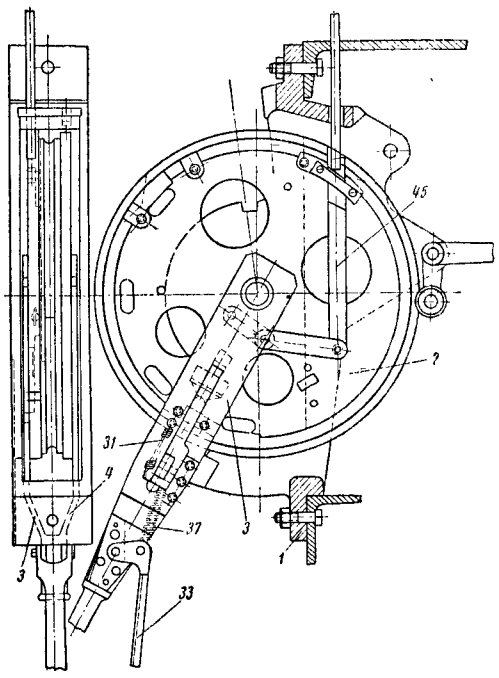
СИГНАЛЬНЫЙ РЫЧАГ

Сигнальные рычаги по конструкции изготовляются двух типов: простые одиночные *1630* для управления однокрылыми семафорами и сложные двойные *1641* для управления двухкрылыми и многокрылыми семафорами.

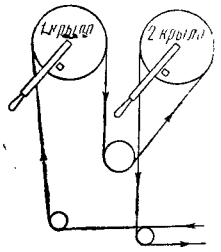
Главные составные части обоих типов рычагов одинаковы (фиг. 181 и 182). Каждый из рычагов состоит из литой чугунной станины *1*, шкива *2*, рычага, собранного из двух полос *3* и *4*, и ручки с прижимной рукояткой *33*. Рычаг запирается в станине *1* защёлками *34* и *36* с пружинами *31*, причём защёлки связаны вкладышем *29*, соединённым с рукояткой *33* пружиной *37*. Для связи с замыкающими стержнями в рычагах имеется выталкивающая система рычагов *46*, *5* и *6*.

Шкив одиночного сигнального рычага *1630* соединён наглухо с полосами *3* и *4*. Шкив двойного сигнального рычага *1641* в нормальном положении не связан с полосами *3* и *4* и может вращаться, что необходимо в том случае, когда переводится спаренный с ним второй рычаг. Глухое соединение шкива с рычагом происходит при нажатии рукоятки *33*. Включение двойных сигнальных рычагов *1641* производится согласно фиг. 183 путём спаривания их гибкой передачей через отводящий натяжной шкив (фиг. 184).

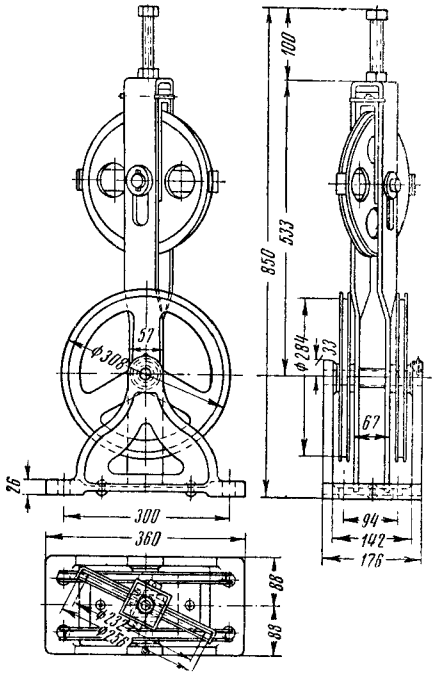
Нормы регулировки сигнальных рычагов (фиг. 185). Запорный стержень при нажатой прижимной рукоятке должен



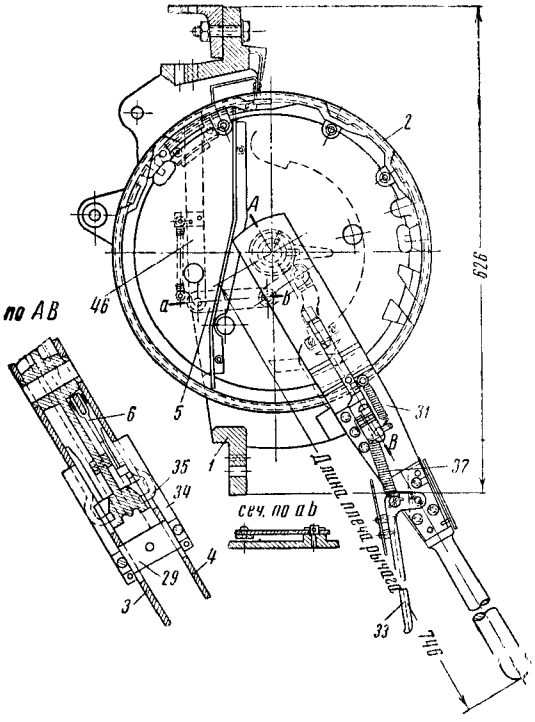
Фиг. 181. Сигнальный рычаг *1630*



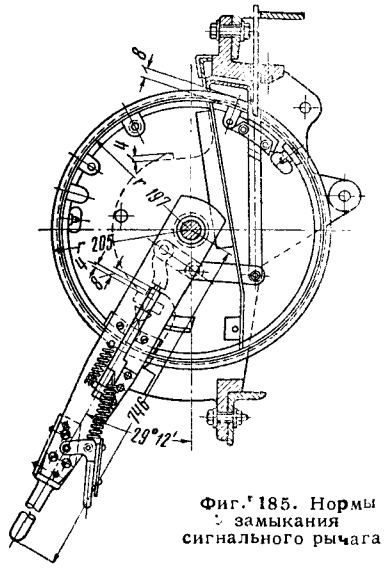
Фиг. 183. Схема спаривания рычагов *1641*



Фиг. 184. Натяжной шкив *2338*



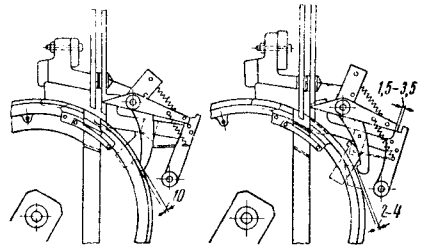
Фиг. 182. Двойной сигнальный рычаг *1641*



Фиг. 185. Нормы замыкания сигнального рычага

оставаться в теле рычага не менее 8 *мм*, а защёлка при этом должна оставаться в вырезе на глубину не менее 4 *мм*.

При заблокированном блок-механизме (фиг. 186) конец двуплечего рычага переменного замыкателя (*1631* и *1633*) должен лежать на верхней ступени Ч-образного рычага, перекрывая её не менее чем на 1,5—3,5 *мм*. Замкнутый в это время конец Ч-образного рычага



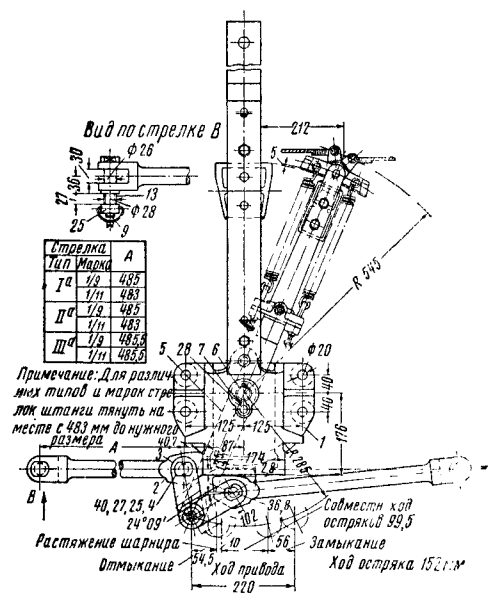
Фиг. 186. Нормы регулировки переменных замыкателей *1631* и *1633*

должен упираться в ригельный стержень и при этом крючок клювообразного рычага должен находиться от шкива рычага на расстоянии 2—4 *мм*.

Клювообразный рычаг после перекрытия сигнального рычага должен заходить в вырез шкива на глубину не менее 10 *мм*, свободно выталкиваться при повороте рычага на закрытие и не давать возможности отжать его в сторону от шкива.

ПРИВОД-ЗАМЫКАТЕЛЬ

Привод-замыкатель (фиг. 187), устанавливаемый между остряками стрелки получает движение от гибкой передачи и осуществляет:



Стрелка	
Тип	Марка	A
I[а]	1/9	485
	1/11	483
II[а]	1/9	485
	1/11	483
III[а]	1/9	485,5
	1/11	485,5

Фиг. 187. Шарнирный привод-замыкатель

а) перевод стрелочных остряков из одного крайнего положения в другое;

б) замыкание остряков в обоих крайних положениях;

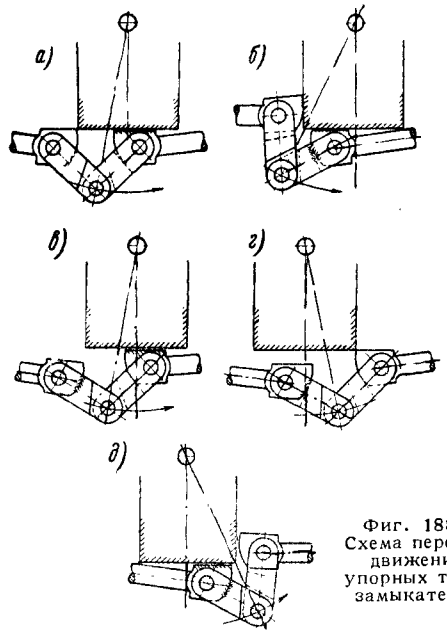
в) контроль положения остряков и плотность прилегания прижатого остряка к рамному рельсу;

г) контроль взреза стрелки;

д) замыкание остряков в одном из крайних положений при обрыве гибкой передачи.

Привод-замыкатель состоит из корпуса *1*, в котором укреплена ось *6*, и переводного рычага *5*, вращающегося на оси *6* и снабжённого на коротком конце кулачками *3* и на длинном конце упорными кулачками *21* и *22*. К каждому упорному кулачку на одном конце его прикреплена гибкая тяга (трос), а на другом конце — пружина *19* или *20*. Натяжение пружин *19* и *20* регулируется таким образом, чтобы их усилие не преодолевало усилия гибкой тяги, прикреплённой на другом конце упорного кулачка. Кулачки *3* шарнирно связывают переводной рычаг *5* и штанги *2*. Второй конец каждой из штанг *2* связывается шарнирно с соответствующим остряком стрелки.

На стрелках, удалённых от поста до 200 *м*, устанавливается переводной рычаг с размером короткого плеча 285 *мм* и длиного 560 *мм*. На стрелках, удалённых от поста свыше 200 *мм*, устанавливаются переводные рычаги с коротким плечом 285 *мм* и длинным плечом 505 *мм*.



Фиг. 188. Схема передвижения упорных тяг замыкателя

Для стрелок, удалённых от поста свыше 500 *м*, переводные рычаги снабжаются бронзовой втулкой.

Перевод остряков из одного крайнего положения в другое осуществляется переводом стрелочного рычага, сообщающего движение гибкой передаче, которое передаётся переводному рычагу привода-замыкателя на его длинном конце. Перемещение короткого конца переводного рычага *5* и связанное с ним перемещение штанг *2* с остряками стрелки можно разделить на пять последовательных операций, следующих одна за другой (табл. 33 и фиг. 188).

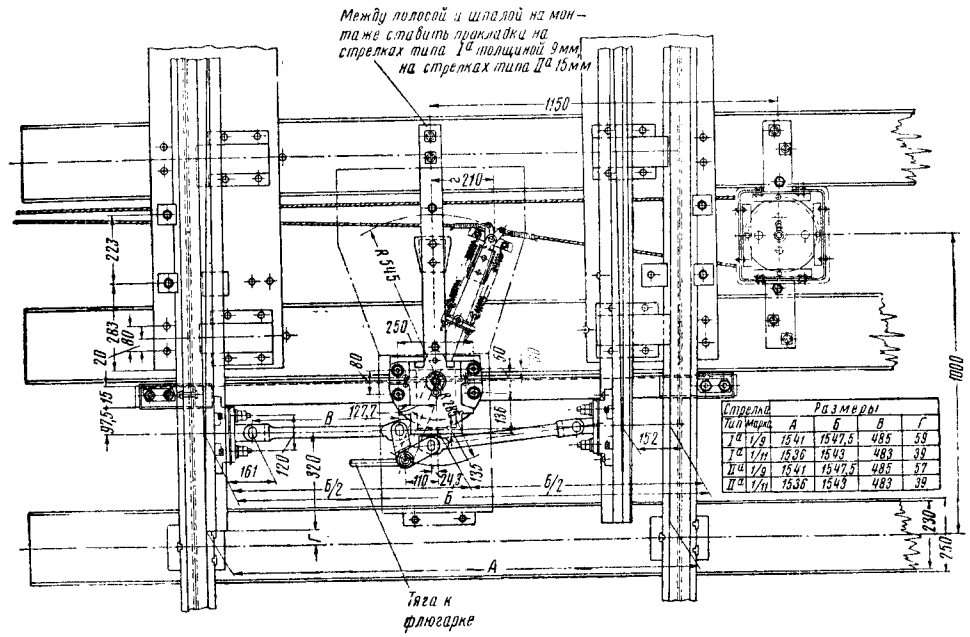
Таблица 33

Работа замыкателя

№ фигур	Ход короткого плеча переводного рычага в *мм*	Ходы замыкания и размыкания остряков	Состояние стрелочных остряков	
			прижатого (левого)	отведённого (правого)
188, *а*	1,5	Мёртвый ход. Штанга отжатого остряка прижимается к передней стенке корпуса замыкателя за счёт нормально существовавшего зазора	Не двигается	Толчком сдвигается с места в сторону прижатия
188, *б*	54,5	Ход размыкания прижатого остряка. Конец левой штанги выходит из-за боковой плоскости корпуса	Не двигается, ослабляется прижатие	Находится в движении
188, *в*	10	Ход растяжения шарниров. Концы шарниров, прикреплённые к штангам, расходятся в стороны до упора	Толчком сдвигается с места в сторону отжатия	Находится в движении
188, *г*	99,5	Совместный ход остряков	Находится в движении	Подходит до упора в рамный рельс
188, *д*	56	Ход замыкания остряка. Штанга замыкаемого остряка заходит за боковую плоскость корпуса замыкателя	Находится в движении	Прижимается к рамному рельсу по всей длине остряка

Приводы, замыкатели устанавливают на специальных металлических гарнитурах (фиг. 189): а) 7500 — для изолированных стрелок типов I-а и II-а; б) 7501 — для стрелок типа III-а; в) 7502—для перекрёстных стрелок. При отсутствии изоляции на стрелке изолирующие части (втулки, прокладки) заменяют металлическими.

Движение привода-замыкателя при взрезе стрелки начинается со штанги *2*, связанной с отведённым остряком. При движении колёсной пары в направлении от крестовины к остякам стрелки, не приготовленной для движения, первоначально перемещается отведённый остряк, который через штангу *2* и ку-



Фиг. 189. Гарнитура для шарнирного привода-замыкателя

лачок *3* передаёт движение переводному рычагу *5* (фиг. 187 и 189).

Последний коротким концом выводит кулачок *3* и штангу *2* запертого остряка из замыкания и перемещает остряк, предотвращая поломку приборов и стрелки. Длинный конец переводного рычага *5* передаёт перемещение гибким тягам, прикреплённым на его конце к упорным кулачкам. Перемещение гибких тяг передаётся шкивам стрелочного рычага, который взрезается (см. стрелочный рычаг).

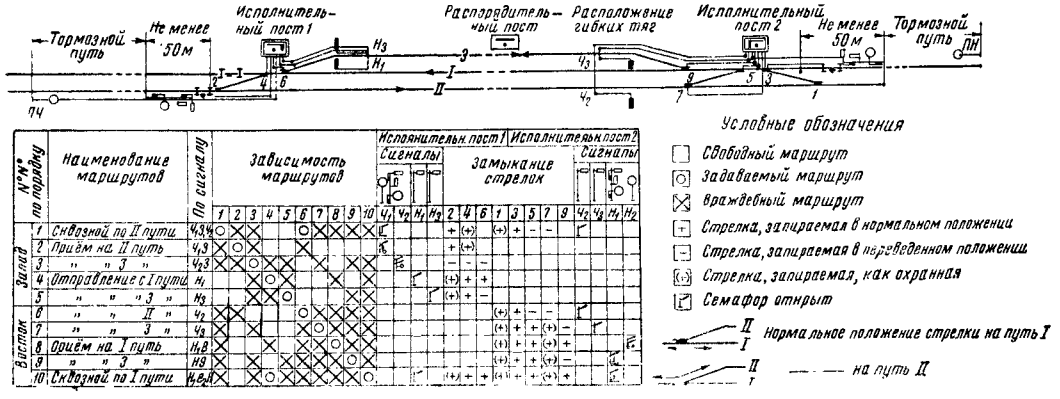
Движение привода-замыкателя при обрыве одной из гибких тяг совершается в одну или другую сторону в зависимости от того, какая из гибких тяг осталась целой. Если останется целой та тяга, которая перед этим тянула привод, то привод получит ещё некоторое движение в ту же сторону до упора, т. е. стрелка останется в том положении, в каком находилась. Если останется целой та тяга, которая перед этим не тянула привода, то привод получит движение в обратную сторону, т. е. стрелка начнёт переводиться из того положения, в котором она находится. Однако движение привода принудительно ограничивается упорным кулачком *22* (фиг. 187), который при обрыве тяги поворачивается пружиной *20* против часовой стрелки и затем упирается в останов *16*, неподвижно укреплённый на железной полосе *14*. Для случая обрыва другой тяги работают упорный кулачок *21* и пружина *19*.

Регулировка привода-замыкателя производится следующим образом. Стрелочный рычаг устанавливается медленным передвижением в среднее положение. После этого посредством стяжных муфт у стрелки переводный рычаг *5* привода-замыкателя устанавливается также в среднее положение. Зазор между упорными кулачками *21* и *22* и боковой поверхностью останова *16* (фиг. 187) должен быть в пределах 3—10 *мм*. Затем стрелочный рычаг медленно несколько раз переводится из одного крайнего положения в другое, и измеряется заход штанги *2* за угол корпуса замыкателя. Этот заход должен быть в пределах 45—55 *мм*. Проверка чувствительности передачи производится посредством щупа толщиной 4 *мм*, при закладке которого против штанги *2* прижимаемого остряка эта штанга не должна заходить за угол корпуса замыкателя, и прижимаемый к щупу остряк замыкаться не должен. Натяжение пружины *19* регулируется таким образом, чтобы при обрыве упорный кулачок (*21* или *22*) успел заскочить за угол останова *16* не менее 15 *мм*, причём зазор между отведённым остряком и рамным рельсом должен быть не менее 125 *мм*.

После регулировки производится проверка путём искусственного обрыва тяги. Производятся три обрыва: два обрыва при крайнем положении стрелки, причём целой остаётся тяга, стремящаяся перевести стрелку в другое крайнее положение, и один обрыв при промежуточном положении. В первых двух случаях привод должен застопориваться упорными кулачками *21* и *22* с заходом не менее 15 *мм* за угол останова *16*, а во втором случае стрелка должна быть переведена в конечное положение, в котором должна замкнуться.

ВЗАИМОЗАМЫКАНИЕ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ

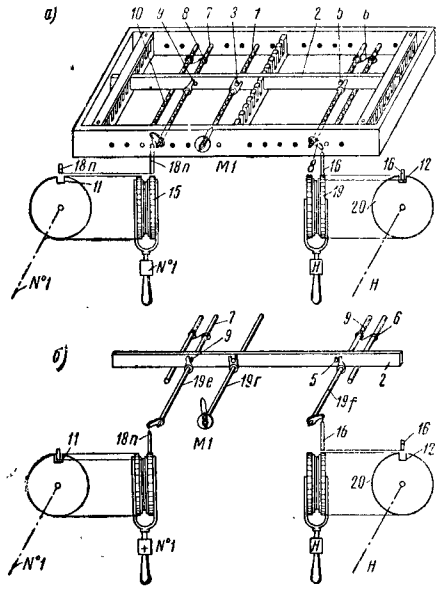
При устройстве на станции механической централизации предварительно разрабатывается организация движения поездов по централизованным маршрутам и на основании этого составляется схема станции и таблица взаимного замыкания стрелок, сигналов и маршрутов (фиг. 190). На схеме станции показываются: а) нумерация стрелок и сигналов; б) места расположения централизационных постов, стрелок и сигналов и расстояния от места их расположения до оси станции; в) нормальное положение стрелок; г) расположение угловых шкивов и гибких тяг. В таблице перечисляются маршруты по порядку и условными обозначениями указывается, какие стрелки входят в маршут, какие маршруты враждебны устанавливаемому и какие могут быть одновременно использованы (свободны).



Фиг. 190. Таблица замыканий стрелок, сигналов и маршрутов

Необходимое взаимное замыкание стрелок и сигналов, выраженное в виде таблицы зависимости, осуществляется в ящике зависимости, устанавливаемом сверху рычажной станины. Ящики зависимости имеют различную конструкцию составных частей для исполнительных и распорядительных аппаратов. На фиг. 191 показан эскиз устройства ящика

зависимости исполнительного аппарата. На передней стенке ящика помещается маршрутная рукоятка *М1*, при повороте которой влево маршрутная линейка *3* передвигается и левым штифтом *9* поворачивает ось *7*, на конце которой замыкающий стержень *18* опускается и запирает рычаг стрелки *№ 1* (см. стрелочный рычаг). Одновременно штифт *5* на маршрутной линейке уходит влево от сигнальной оси, которая поворачивается под действием пружины и поднимает замыкающий стержень *16* из выреза сигнального рычага, который освобождается. После перевода семафорного рычага *Н* и открытия входного семафора нельзя обратно поставить маршрутную рукоятку и отпереть стрелку, так как при попытке повернуть маршрутную рукоятку назад вправо в нормальное положение штифт *5* давит на связанную с сигнальной осью замычку, стремясь повернуть ось и опустить вниз стержень *16*, который упирается в обод шкива рычага.



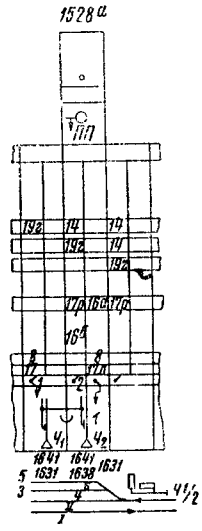
Фиг. 191. Эскиз замыканий в ящике зависимости централизационного аппарата: *а* — нормальное положение; *б* — при приёме поезда

Замычки, применяемые в ящиках зависимости исполнительного типа и выполняющие различные замыкания, показаны в табл. 34.

Замыкание стрелочных рычагов осуществляется замыкающими стержнями и замычками *19-ж*. В ящике зависимости каждому стрелочному рычагу соответствуют две оси — левая и правая. Если стрелочный рычаг должен запираться в маршруте на плюс, то на правой оси ставится замычка *19-ж*, а ось посредством замычки (поводка) *7а* связывается со стержнем *18п*. Если стрелочный рычаг должен замыкаться в маршруте на минус, замычка *19-ж* ставится на левой оси, и эту ось поводком *7а* связывают с замыкающим стержнем *18л*. На стрелочных осях установлены спиральные пружины, под действием которых замыкающие стержни нормально стремятся подняться вверх из вырезов стрелочного рычага. Схемы стержней для замыкания сигнальных и стрелочных рычагов приведены в табл. 35.

Замыкание сигнальных рычагов осуществляется посредством поводка *8*, связывающего левую сигнальную ось с замыкающим стержнем *16* для рычага *1630* и с замыкающим стержнем *17* для рычага *1641*. При использовании правой осн замычка *8* связывается со стержнем *16л* для рычага *1630* и *17л* для рычага *1641*.

Пример замыкания рычагов входного семафора в ящике зависимости в схематическом изображении представлен на фиг. 192. В аппарате предусмотрены три маршрута приёма по семафору *Ч*. По маршруту *1* входной семафор открывается на одно крыло. При маршрутах *2* и *3* — на два крыла. На обоих рычагах спаренного рычага *1641* установлены переменные замыкатели *1631*, требующие перед заблокированием блока *ПП* хотя бы один раз открыть входной семафор; на рычаге *Ч2* установлен контакт *1638*, замыкающийся при открытом положении семафора, когда рычаг почти полностью переведён. С каждой маршрутной рукояткой связана линейка посредством оси и замычки *19г*. Взаимное замыкание выполнено посредством замычек *14*. Стержень *17*, запирающий рычаг *Ч1*, поднимается вместе с поворотом рукоятки *1*. Стержень *17л*, запирающий рычаг *Ч2*, поднимается вместе с поворотом оси, на которой укреплена замычка *16а*, работающая совместно с двумя замычками *17р*.



Фиг. 192. Схема замыкания рычагов входного двухкрылого семафора

МЕХАНИЧЕСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ С ОДНИМ ПОСТОМ

На станциях, пропускающих транзитные поезда и имеющих небольшую маневровую работу, применяется механическая централизация с управлением всеми стрелками и семафорами из помещения дежурного по станции, где устанавливается централизационный аппарат распорядительно-исполнительного типа. При устройстве механической централизации для стрелок, удалённых от поста свыше 600 *м*, выполняются соответствующие дополнительные требования.

Распорядительно-исполнительные аппараты применяют с ящиком зависимости 1323, имеющим круглые оси с рукоятками на два положения. Для уменьшения размеров аппарата можно применять аппараты с ящиком зависимости 1008 на 26 и 42 линейки с плоскими осями и рукоятками на три положения (см. фиг. 200).

На фиг. 193—196 показан пример оборудования станции механической централизацией с одним постом и ящиком 1008. Станция расположена на однопутной линии, где для усиления пропускной способности на перегонах сделаны двухпутные вставки. С одной стороны к станции примыкает двухпутный перегон, а с другой—однопутный (фиг. 193—194). Рычажная станина на 22 места с ящиком зависимости 1008. Блок-аппарат (фиг. 195) предназначен для двухпутного движения в сторону *А* и однопутного движения с возможностью подачи «встречного согласия» в сторону *Б*. В ящике зависимости (фиг. 196) на 25 линеек выполняется зависимость между стрелками и сигналами (фиг. 194) и связь с перегонной путевой полуавтоматической блокировкой. Стрелочные рычаги посредством поводков *7а* замыкаются стержнями *18п* и *18л*. Сигнальные рычаги замыкаются стержнями *16л* и *17л*, связанными поводками *8* с правыми осями. Связь блоков *ПО* и *ПП* с переменными замыкателями *1631* и *1652* выполнена стержнями *16б*.

На взрезных линейках *6*, *7* и *8*, связанных со стрелочными осями замычками *19ф*, уста-

Таблица 34

Замычки для ящика зависимости исполнительного типа

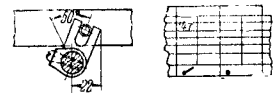
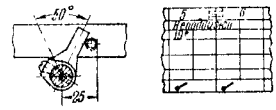
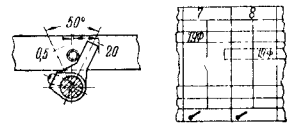
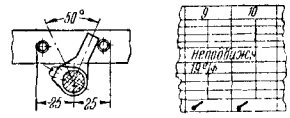
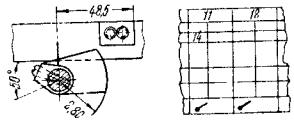
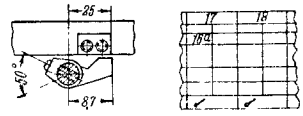
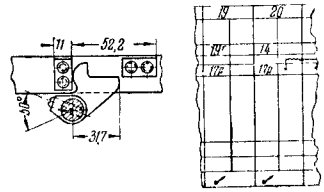
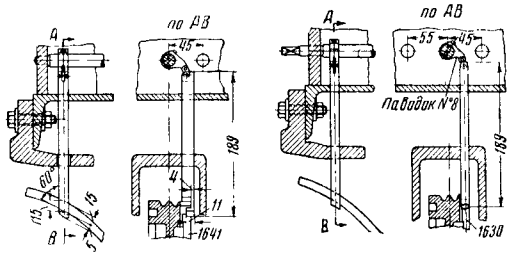
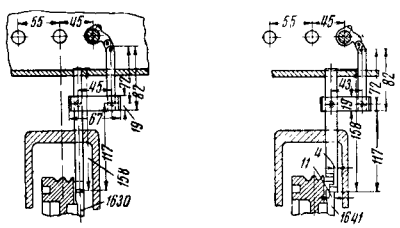
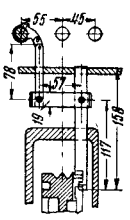
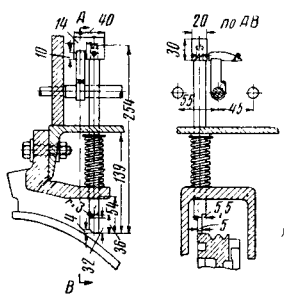
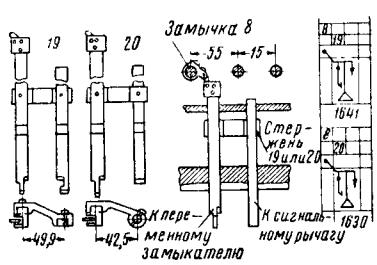
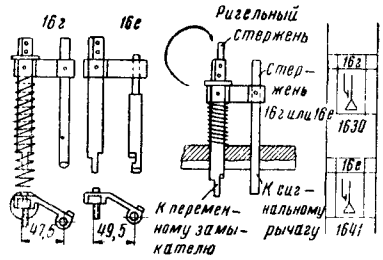
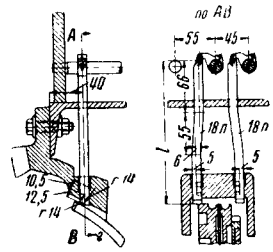
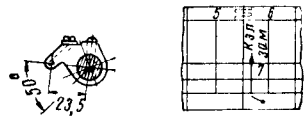
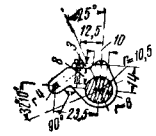
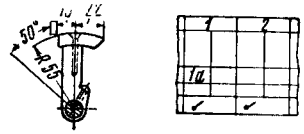
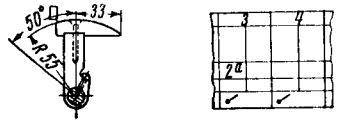
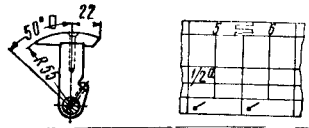
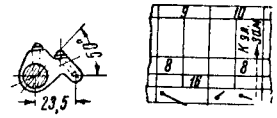
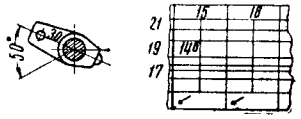
№ замычек	Схемы замычек	Назначение
19г		Ведущая. Переводит линейку при повороте оси или ось при переводе линейки. Устанавливается на осях маршрутных и сигнальных рукояток и для вспомогательных целей
19е		Ведущая ось при переводе линейки влево
19ф		Ведущая линейку только в сторону перевода
19е/ф		Ограничивающая поворот оси
14		Замыкаемая. Запирает линейку после поворота оси или замыкает ось в нормальном положении после передвижения линейки
16а		Замыкаемая. Нормально запирает ось от поворота
17р		Ведущая и замыкаемая. Переводит линейку при повороте оси или замыкает ось в нормальном положении при передвижении линейки

Таблица 35

Стержни для замыкания сигнальных и стрелочных рычагов

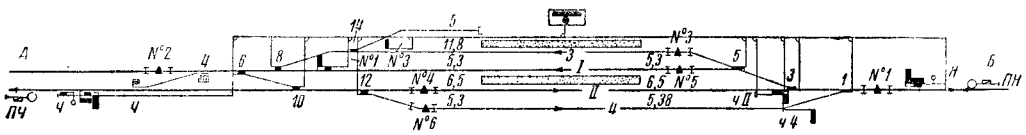
№ стержней	Схемы стержней	Назначение
16 и *17*		Сигнальные стержни. Посредством замычки *8* или *1,2*, *1/2* связаны с осью на сигнальной рукоятке. Стержень *16* для одиночных рычагов круглый. Стержень *17* для двойных рычагов плоский с боковым вырезом для реборды шкива рычага
16л и *17л*		То же, но приспособленные для связи с короткими осями, расположенными справа от оси с рукояткой
16п		То же, для связи с короткими осями, расположенными слева от оси с рукояткой
16б		Сигнальный стержень для непосредственной связи между рычажными замычками и блок-механизмом
19 и *20*		Сигнальные комбинированные стержни для замыкания рычагов и связи между положением оси и рычажными замычками

Продолжение табл. 35

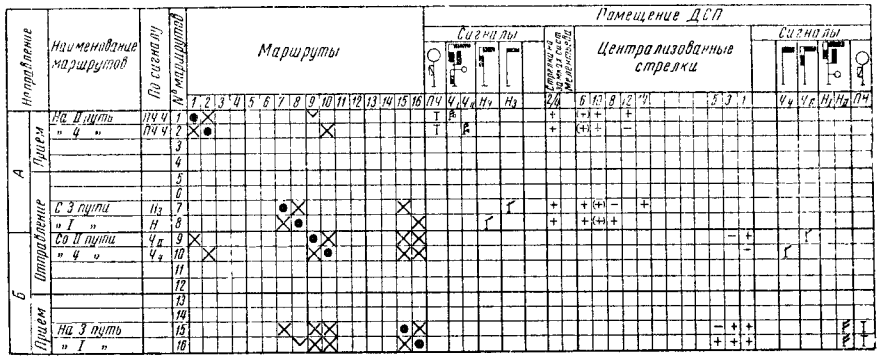
№ стержней	Схемы стержней	Назначение
16г и *16е*		Сигнальные комбинированные стержни для замыкания рычагов и рычажных замычек непосредственно блок-механизмом
18п и *18л*		Стрелочные стержни. Посредством замычки *7а* связаны со стрелочными осями в ящике зависимости и замыкают стрелку *18п* на плюс, а *18л*— на минус
7		Вспомогательная. Для связи осей с ригельными стержнями электрических замычек, устанавливаемых на ящике зависимости
7а		Вспомогательная. Для связи осей с замыкающими стержнями стрелочного рычага
1а		Промежуточная. Устанавливается на осях под блок-механизмами и препятствует заблокированию до поворота оси. При заблокировании блока запирает повёрнутую ось
2а		То же, запирает ось в нормальном положении и препятствует заблокированию блока при повёрнутой оси
1/2а		То же, запирает ось в нормальном и повёрнутом положении
8		Вспомогательная. Для связи осей с замыкающими стержнями сигнальных рычагов
14б		Вспомогательная. Для связи осей с контактами 1312

новлены замычки 541, запирающие маршрутные рукоятки при взрезе стрелок. Замыкание сигнальных осей в нормальном положении производится замычками *16-I* и *16-II*, работающими аналогично замычке *16а*, при-

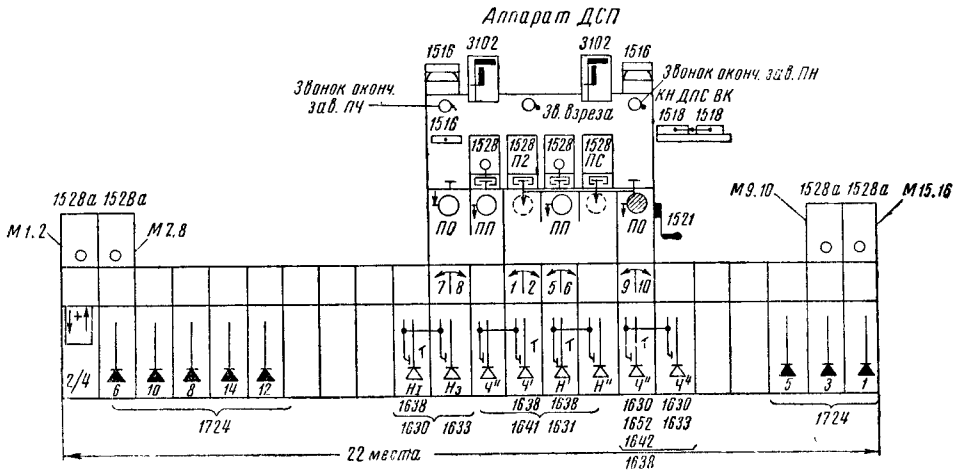
Станция расположена на двухпутном участке. Для каждого маршрута в аппарате имеется отдельная рукоятка на два положения. При повороте рукоятки влево она автоматически запирается педальной замычкой.



Фиг. 193. Схема станции



Фиг. 194. Таблица замыкания для станции по фиг. 193



Фиг. 195. Эскиз постового централизационного аппарата для станции по фиг. 193

меияемой в ящиках зависимости *1323*. Взаимозамыкание маршрутов осуществляется замычками *30* и *31*.

Сквозные маршруты составляются из маршрутов приёма и отправления, соответствующих одиому и тому же главному пути, и выполнены посредством замычек *32л* и *32п*.

Применение ящиков зависимости *1008* ограничено

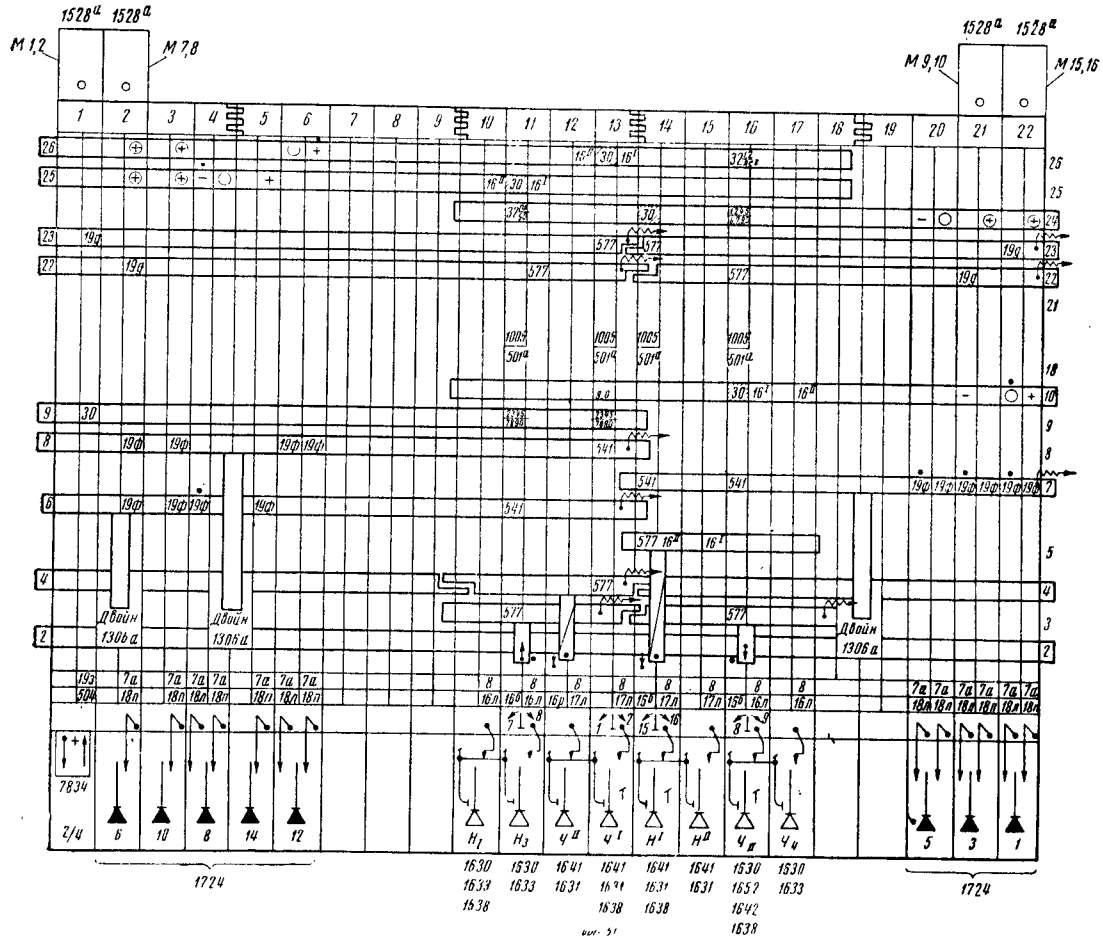
Обычно распорядительно-исполнительные аппараты применяются с ящиком зависимости *1323*. Пример такого оборудования показан на фиг. 197—198.

Педальных замычек установлено на ящике зависимости четыре по количеству групп маршрутов. Отмыкается маршрут при проходе поезда по рельсовой педали с изолированным рельсом.

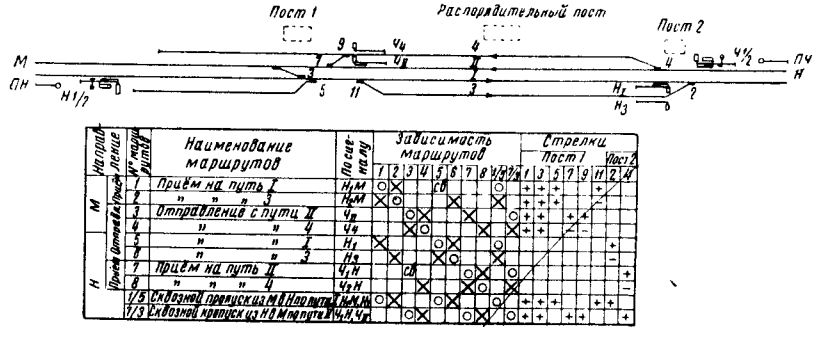
Для стрелок, удалённых от аппарата свыше 600 *м*, предусмотрено два рычага, например (фиг. 198) рычаги *2* и *2к*, из которых рычаг *2* управляет приводом-замыкателем стрелки *2*, а рычаг *2к* — контрольным приводным замком (шкивом-замыкателем), установленным на стрелке *2* в дополнение к приводу-замыкателю.

Сигнальные рычаги *1630* заперты замыкающими стержнями *16*, которые поводками *8* связаны с осями маршрутных рукояток, а эти последние посредством замычек *17р* и групповой линейки с угольником находятся в зависимости от положения соответствующих блоков *ПО*.

Сигнальные рычаги *1641* заперты замыкающими стержнями *17*, которые поводками *8* также связаны с соответствующими осями и рукоятками. Взаимозамыкание между враждебными маршрутами выполнено посредством замычек *14*. Взаимная зависимость между маршрутами приёма и отправления при сквоз-



Фиг. 196. Схема ящика зависимости централизационного аппарата по фиг. 195

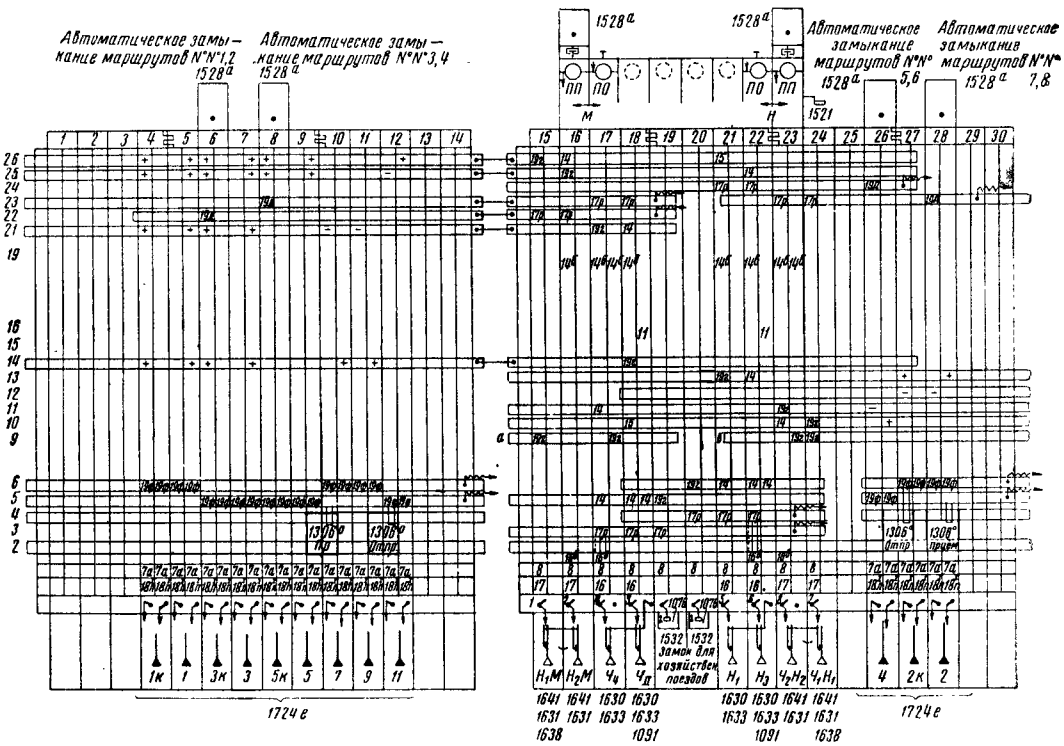


Направление	Наименование маршрутов	По сигналу	Зависимость маршрутов	Стрелки Пост 1	Пост 2
М	1 Приём на путь I	НМ			
	2 " " " 3	НМ			
	3 Отправление с пути II	ЧП			
	4 " " " 4	ЧН			
	5 " " " 1	Н1			
	6 " " " 3	Н3			
Н	7 Приём на путь II	Ч1Н			
	8 " " " 4	Ч2Н			
	1/5 Сквозной пропуск из М в Н по пути	НМ, Н			
	7/3 Сквозной пропуск из Н в М по пути	Ч1Н, Ч2Н			

Фиг. 197. Схема станции и таблица маршрутов

ном пропуске выполнена посредством замычки *15*. Замкн для хозяйственных поездов связаны с блоками *ПО* посредством зависнмости *1076*.

В ящике установлены четыре взрезные линейки с взрезными контактами *1306* соответственно четырём группам враждебных маршрутов.



Фиг. 198. Эскиз аппарата для станции по фиг. 197

СТАНЦИОННАЯ БЛОКИРОВКА

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Станционной блокировкой называется совокупность устройств сигнализации, централизации и блокировки, посредством которых стрелки и сигналы всей станции, управляемые из двух или более постов, приводятся во взаимную связь, обеспечивающую безопасное движение поездов как при приёме, отправлении и пропуске, так и при манёврах.

Приготовление маршрута для движения поезда слагается из двух отдельных операций: а) приготовления собственно маршрута и б) открытия сигнала. Разделка маршрута также слагается из двух операций: а) закрытия сигнала и б) отмыкания стрелок маршрута. Станционная блокировка, при которой разрешение на открытие сигнала может последовать только после состоявшегося замыкания маршрута и получения об этом извещения или контроля, называется полной станционной блокировкой. Существенным признаком полной станционной блокировки является также то, что при закрытии сигнала маршрут, т. е. стрелки, остаются замкнутыми, и для отмыкания их требуется особая операция. Полная станционная блокировка характеризуется наличием отдельных приборов для задания и замыкания маршрутов, для замыкання сигналов и разрешения на их открытие. Станционная блокировка, при которой разрешение на открытие сигнала даётся независимо от готовности маршрута, называется неполной. Неполная станционная блокировка характеризуется тем, что при ней обычно в момент закрытия сигнала отмыкаются также стрелки маршрута и во всяком случае никакого дополнительного разрешения на отмыкание стрелок не требуется. Существуют два вида неполной станционной блокировки: станционная блокировка маршрутов и станционная блокировка сигналов. При станционной блокировке маршрутов замыкание маршрута и открытие сигнала может быть произведено только после получения разрешения, которое даётся на обе эти операции одним действием. При станционной блокировке сигналов стрелки маршрута замыкаются независимо от получения разрешения, которое требуется только для операции по открытию сигнала. Устройства станционной блокировки устанавливают такую зависимость между стрелками и сигналами всей станции, при которой открытие сигналов разрешается толь-

ко одним лицом—дежурным по станции. При этом открытие сигнала может состояться только при условии, что все необходимые стрелки маршрута, откуда бы они ни управлялись, установлены правильно по маршруту и заперты. Кроме этого, стрелки маршрута могут быть отперты только в том случае, если сигнал за прошедшим поездом закрыт и поезд проследовал все стрелки маршрута.

По назначению и роду своей работы посты централизации подразделяются на распорядительные, исполнительные и распорядительно-исполнительные.

Распорядительный пост не имеет приборов для непосредственного перевода стрелок и сигналов: пост оборудуют аппаратом, называемым «распорядительным аппаратом», посредством которого передают все необходимые распоряжения и разрешения на подчинённые исполнительные посты, а также осуществляют все необходимые зависимости между сигналами и маршрутами всей станции. Обыкновенно на распорядительном посту помещается дежурный по станции, который и обслуживает распорядительный аппарат.

Исполнительный пост непосредственно переводит стрелки и управляет сигналами, выполняя требования и распоряжения распорядительного поста. Исполнительный пост может иметь или только стрелки, или только сигналы, или и то и другое. На исполнительном посту находится сигналист поста, подчинённый дежурному по станции.

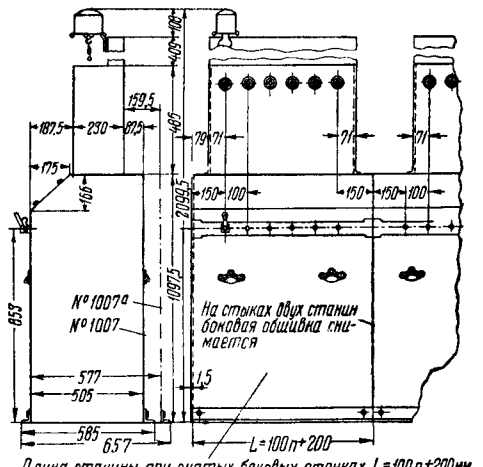
Распорядительно-исполнительный пост есть сочетание двух предыдущих постов, когда распорядительный аппарат устанавливается на одном из постов, имеющем стрелки и сигналы.

На каждом из постов станции устанавливают аппараты, связанные друг с другом воздушными проводами или кабелем. Для всей станции устанавливают определённые маршруты движения, которые и осуществляются посредством указанных аппаратов. Одновременно с этим устанавливается определённый принудительный порядок задания и приготовления маршрутов, открытия и закрытия сигналов и отмыкания маршрутов.

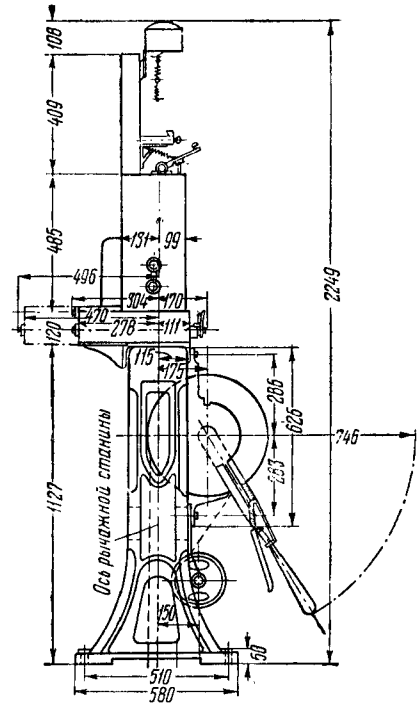
ПОСТОВЫЕ АППАРАТЫ

На фиг. 199 и 200 показаны общий вид конструкции и основные размеры постовых централизационных аппаратов, применяемых при устройстве на станции станционной блокировки совместно с механической централизацией стрелок и сигналов.

Распорядительный аппарат (фиг. 199) устанавливают в помещении дежурного по станции. Он состоит: а) из станины, внутрь которой заведены кабели и в верхней части которой находится ящик зависимости с линейками (маршрутными и сигнальными осями), рукоятками, выходящими на переднюю сторону, и б) из блок-аппарата, установленного на ящике зависимости. Рукоятки могут иметь три положения: нормальное (вертикальное) и два переведённых влево и вправо. Ящики зависимости изготовляют по длине станины, которая равна $100n + 203$ *мм*, где n — чётное количество мест от 4 до 22. По ширине ящик зависимости изготовляют двух размеров: 505 *мм* на 36 линеек (*1007*) и 574 *мм*



Фиг. 199. Общий вид конструкции и основные размеры распорядительного централизационного аппарата



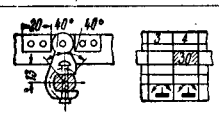
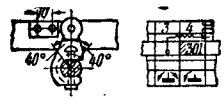
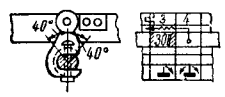
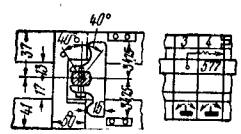
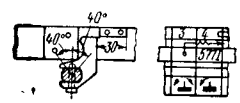
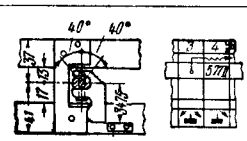
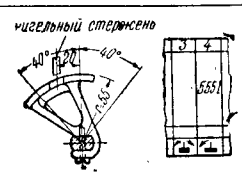
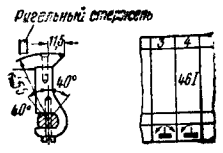
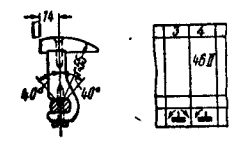
Фиг. 200. Общий вид конструкции и основные размеры исполнительного централизационного аппарата

на 43 линейки (*1007а*). Оси в ящике зависимости плоские.

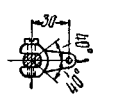
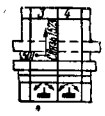
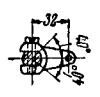
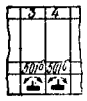
Взаимозамыкание в ящике зависимости распорядительного аппарата осуществляется замычками, показанными в табл. 36. Для коммутации проводов электрической схемы станционной блокировки применяют переключа-

Таблица 36

Замычки для ящика зависимости распорядительного блок-аппарата *1007*

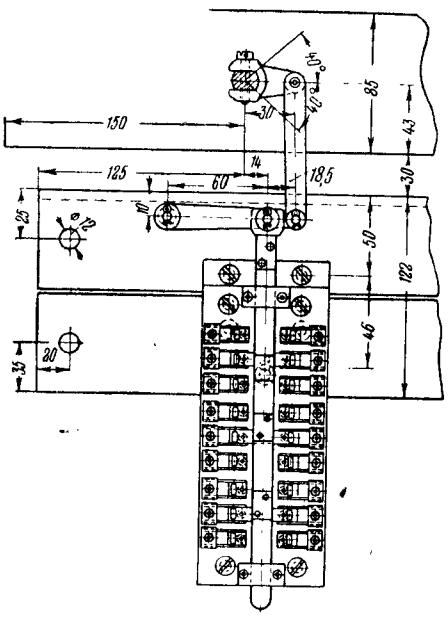
№ замычек	Общий вид	Условное обозначение на схемах	Назначение
30			Ведущая двусторонняя. Ведёт линейку в сторону поворота оси рукояткой
30-I			Ведущая левая. Ведёт линейку только при повороте влево оси рукояткой
30-II			Ведущая правая. Ведёт линейку только при повороте оси рукояткой вправо
30-а	Вид замычки такой же, как замычки *30*, только наклёпы раздвинуты и крепятся на неподвижной линейке		Ограничивающая поворот оси в обе стороны: под № *30а-I* только влево, под № *30а-II* только вправо. Наклёпки крепятся на неподвижной линейке. Устанавливается на осях, не имеющих замычки *30*
577			Ведущая левая и замыкаемая. Ведёт линейку только в левую сторону независимо от направления поворота оси. Замыкает ось от поворота из нормального положения передвинутой линейкой. Линейка дополняется второй, подвешенной ниже осей. Замычка устанавливается для перевода групповых, переводимых несколькими рукоятками линеек
577-I			То же. Ведёт линейку влево только при повороте оси влево
577-II			То же. Ведёт линейку влево только при повороте оси вправо
555-1			Промежуточная. Под номером *555* устанавливается на оси маршрутной рукоятки и препятствует заблокированию маршрутного блока до поворота оси. При заблокировании блока запирает повёрнутую влево или вправо рукоятку. Под номером *555-1* имеет отверстие для ригельного стержня блока и запирает рукоятку как переведённую, так и в нормальном положении при заблокировании блок-механизма. Устанавливается на осях сигнальных рукояток под сигнальным блоком
46-I			Промежуточная. Устанавливается на оси маршрутной рукоятки, поворачиваемой только в одну левую сторону. Препятствует заблокированию маршрутного блока до поворота рукоятки влево и запирает рукоятку после поворота
46-II			Промежуточная. Устанавливается для устранения поворота оси влево при заблокированном блоке и устраняет заблокирование блока при повёрнутой влево рукоятке

Продолжение табл. 36

№ замычек	Общий вид	Условное обозначение на схемах	Назначение
46-I-II			Промежуточная. Устанавливается для замыкания рукоятки блок-механизмом как нормально стоящей, так и повёрнутой
501			Вспомогательная. Для связи осей с ригельными стержнями электрических замычек, устанавливаемых на ящике зависимости
501-б			Вспомогательная. Для связи осей с контактом *1005*

тели *1005* (фиг. 201), связываемые с рукоятками посредством осей и поводков *501-б*.

Для маршрутов сквозного пропуска через станцию применяют специальные замычки *32л*



Фиг. 201. Переключатель *1005* распорядительного аппарата

и *32п* (фиг.202). Замычки позволяют маршруты сквозного пропуска составлять из маршрутов приёма и отправления одного направления по одному и тому же пути. Замычками устанавливается такая зависимость, при которой: а) первоначальный поворот маршрутной рукоятки приёма не запирает маршрутную рукоятку отправления, б) первоначальный поворот маршрутной рукоятки отправления запирает маршрутную рукоятку приёма. Кроме этого, замычки дают возможность производить секционную разделку маршрута. По проходе поездом стрелок приёмной части сквозного маршрута имеется возможность полностью разделать маршрут приёма и поставить рукоятку приёма в нормальное положение, причём рукоятка отправления будет оставаться запертой до выхода поезда со станции на перегон; приём поезда на этот же путь невозможен до разделки маршрута отправления и постановки маршрутной рукоятки отправления в нормальное положение.

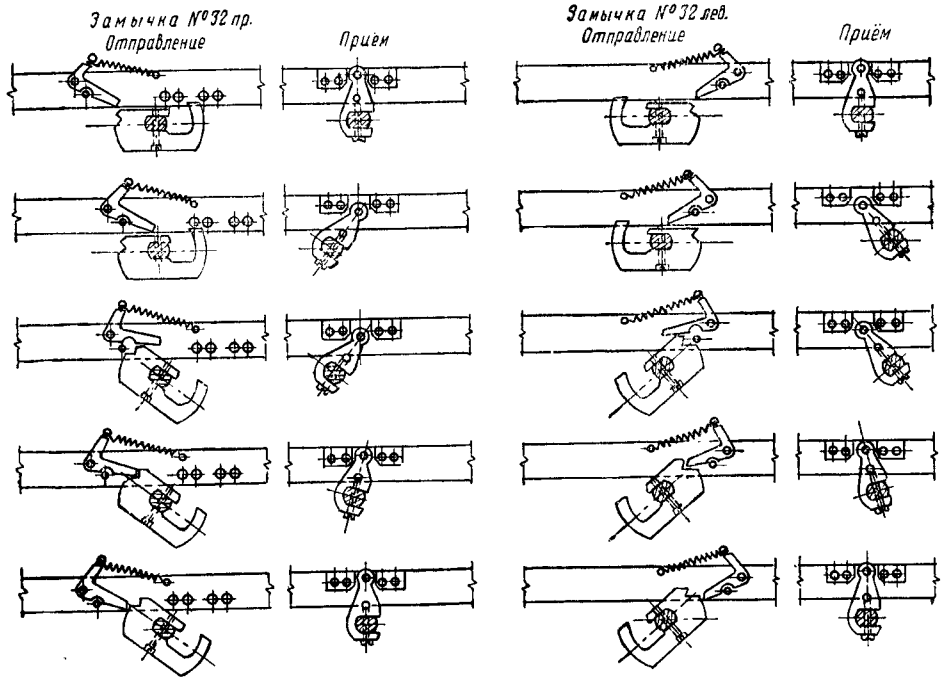
Замычки *32л* и *32п* устанавливают в месте пересечения оси маршрута отправления и линейки маршрута приёма, из которых составляется сквозной маршрут. При этом соблюдается правило: если обе рукоятки приёма и отправления склоняются влево,— ставится замычка *32л*; если обе рукоятки склоняются вправо,— ставится замычка *32п*.

В распорядительно-исполнительных аппаратах с ящиком зависимости *1323* (или *8063*) между маршрутами приёма и отправления, входящими в состав маршрута сквозного пропуска, зависимость устраивается посредством замычки *15-а* (фиг. 203). Если первоначально переведена рукоятка маршрута отправления, маршрутную рукоятку приёма перевести нельзя (фиг. 203, *I*). Если первоначально перевести рукоятку приёма (фиг. 203, *II*), то вслед за этим можно перевести и рукоятку отправления (фиг. 203, *III*). После прохода поездом приёмной части сквозного маршрута рукоятка приёма может быть поставлена в нормальное положение, причём уже при 20° она запирается для обратного поворота в переведённое положение, пока рукоятка отправления не будет поставлена в нормальное положение после выхода поезда на перегон.

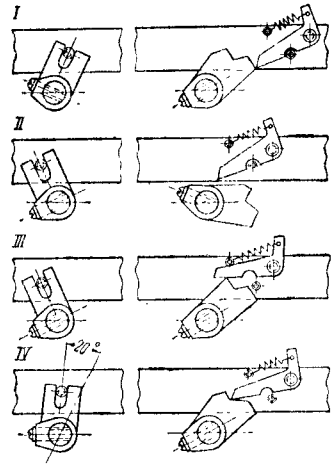
Примерная схема ящика зависимости распорядительного аппарата *1007* показана на фиг. 204. На схеме внизу показаны 8 маршрутных и 4 сигнальных рукоятки, каждая из которых поводком *501-б* связана с контактным переключателем *1005* на три тройника контактов. Линейки *4* и *10* использованы для осуществления сквозных маршру-

тов. Линейка *6* использована для осуществления зависимости между маршрутами *12, 13, 14*. Линейки *11* и *12* служат для связи сигнальных рукояток отправления *СО* с путевыми блоками *ПО*; на линейках установлены замычки *30-1* и угольники, полочки которых уходят из-под ригельных стержней блоков *ПО* только при переведённой сигнальной рукоятке.

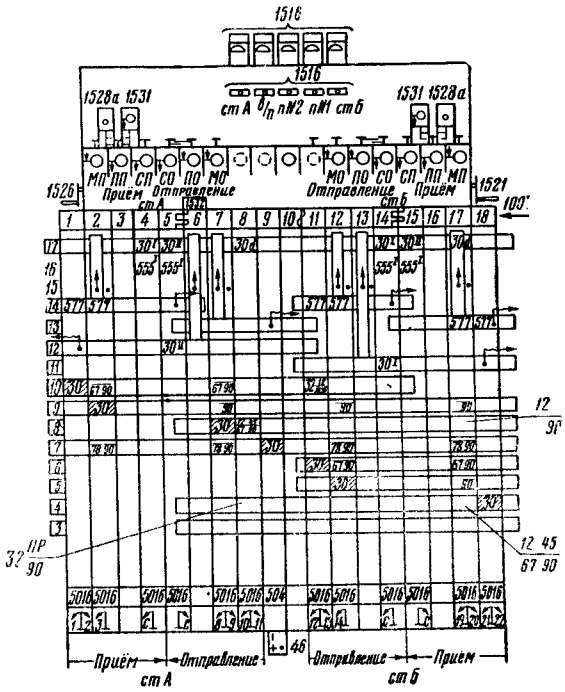
Линейки *12, 13* использованы для связи маршрутных рукояток с маршрутными блоками; для этого на линейке установлены замычки *577* и угольники, полочки которых находятся нормально под ригельными стержнями маршрутных блоков. Линейка *17* неподвижна и на ней установлены замычки *30* в качестве ограничителей хода осей. Замычки *555-1* для связи ящика зависимости с сигнальными блоками *СО* и *СП* установлены на сигнальных осях под блок-механизмами на месте осей *15* и *16*.



Фиг. 202. **Работа замычек** *32 пр.* и *32 лев.*



Фиг. 203. Работа замычки *15-а*

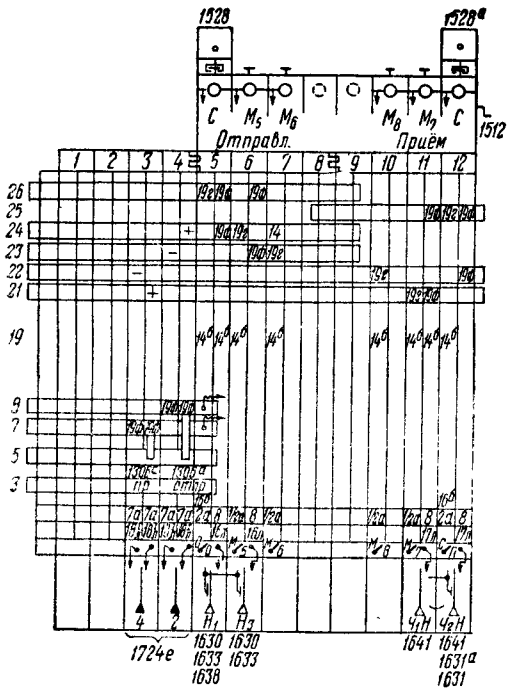


Фиг. 204. Примерная схема ящика зависимости распорядительного аппарата

В блок-аппарате, кроме маршрутных блоков *МП* и *МО* и сигнальных блоков *СП* и *СО*, имеются путевые блоки *ПП* и *ПО*—по два с каждой стороны, так как аппарат предназначается для промежуточной станции двухпутного участка, оборудованного односторонней перегонной (путевой) полуавтоматической блокировкой. Особенностью блок-аппарата является замычка переменного тока *1531*, связанная с блоком *ПП*. Эта замычка нормально заблокирована и отблокировывается в тот момент, когда сигналист поста после закрытия входного семафора заблокировывает в постовом исполнительном аппарате сигнальный блок и отблокировывает у дежурного по станции в распорядительном аппарате сигнальный блок *СП*, при условии, что в это время путевой блок *ПП* находится в отблокированном положении. Таким способом посредством замычки *1531* автоматически проверяется её отмыкание после отблокирования блока *ПП* и, следовательно, дача на исполнительный пост дежурным распоряжения по блок-аппарату открыть входной семафор, который был затем закрыт (у дежурного по станции в распорядительном аппарате отблокировалась замычка *1531*).

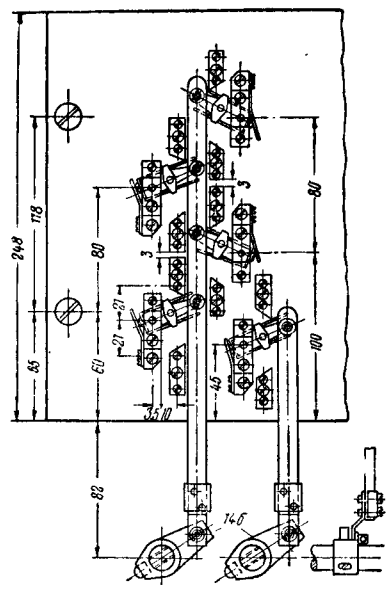
В исполнительных и распорядительно-исполнительных аппаратах ящики зависимости монтируют из частей и замычек, рассмотренных в механической централизации (см. Взаимозамыкание стрелок и сигналов).

Примерная схема ящика зависимости исполнительного аппарата показана на фиг. 205. На



Фиг. 205. Примерная схема ящика зависимости исполнительного аппарата

рычажной станине с ящиком зависимости на 12 мест установлены стрелочные рычаги *1724* стрелок *2* и *4*, рычаги *1630* однокрылых выходных семафоров *Н1* и *Н3* и спаренные рычаги *1641* для входного семафора. На ящике зависимости имеется четыре маршрутные рукоятки ($М_5$, $М_6$, $М_7$ и $М_8$) и две сигнальные рукоятки (*СО* и *СП*). Рычаги *1630* выходных семафоров запираются стержнями *16л*, связанными с правыми осями поводками *8*. Рычаги *1641* входного семафора запираются стержнями *17л*, связанными поводками также с правыми осями. Маршрутные рукоятки связаны с маршрутными блок-механизмами замычками *1/2а*. Сигнальные рукоятки связаны с сигнальными блок-механизмами замычками *2а*. Стрелочные рычаги запираются стержнями *18л* и *18п*, связанными поводками *7а* со стрелочными осями. Замычки *19ж* установлены в тех местах ящика зависимости, где условно поставлены знаки (+) и (—). Взаимозамыкание стрелочных рычагов, маршрутных рукояток, сигнальных рукояток и сигнальных рычагов выполнено посредством линеек *21-26* и установленных на них и на осях замычек *19г*, *19ф*. Рукоятки связаны с контактными переключателями *1312* (фиг. 206) посредством поводка *14б*.

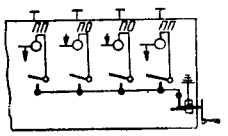


Фиг. 206. Переключатель *1312* исполнительного аппарата

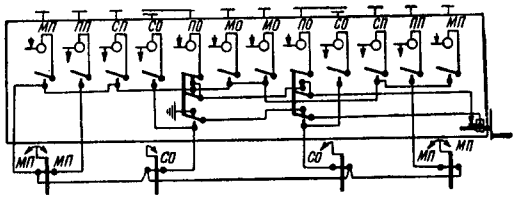
СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ

В устройствах станционной блокировки индуктор включается в цепи либо только щёткой, либо и щёткой и корпусом. Необходимо следить, чтобы питающая цепь индуктора не могла послужить соединительным звеном между отдельными цепями одного перегона или цепями соседних перегонов, путевая блокировка которых связана со станционной. При использовании в блокировочных цепях только щётки индуктора цепи принципиально получают вид, показанный на фиг. 207, где корпус имеет постоянное присоединение к шине аппарата (условно показано землёй). При использовании для блоки-

ровочных цепей одновременно щётки и корпуса, когда индуктор включается в разрез блокировочной цепи, включение индуктора необходимо осуществлять с соблюдением условий, выраженных на схеме (фиг. 208). Включение индуктора показано для распорядительного аппарата станции с прилегающими двухпутными перегонами, оборудованными одиосторонней полуавтоматической блокировкой. Цепь питания от щётки переменного тока первоначально заведена на контакты блоков *ПО*, заблокирование которых обеспечивается, таким образом, преимущественно перед остальными блоками. Затем цепь питания проведена к контактам остальных блоков. Питание для заблокирования блоков *ПП* подаётся через контакты нормального положения маршрутных рукояток приёма. Цепь питания блоков *СО* состоит из двух частей: при нормальном положении сигнальной рукоятки, когда блок *СО* блокируется отдельно от

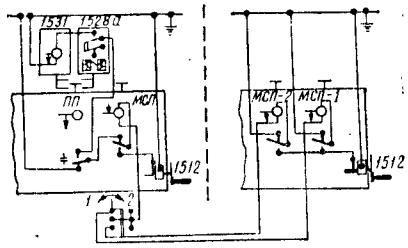


Фиг. 207. Схема включения щётки индуктора



Фиг. 208. Схема включения корпуса индуктора через контакты блоков *ПО*

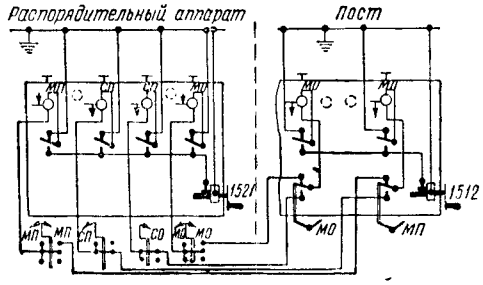
блока *ПО*, питание подаётся от щётки индуктора; при переведённом положении сигнальной рукоятки питание подаётся от корпуса, цепь от которого для этой цели проведена через контакты блоков *ПО*. При одновременном нажатии блоков *ПО* и *СО* щётка индуктора включается в блок *ПО*, а корпус индуктора — в блок *СО*.



Фиг. 209. Схема включения маршрутно-сигнальных блоков при неполной станционной блокировке

Включение маршрутно-сигнальных блоков при неполной станционной блокировке (фиг. 209) выполняется с применением замычки *1531* в распорядительном аппарате. Задание и разделка каждого из маршрутов производятся по отдельному проводу. При разделке маршрута отблокирование замычки *1531* происходит при отблокированном блоке *ПП* и отомкнутой педальной замычке *1528а*.

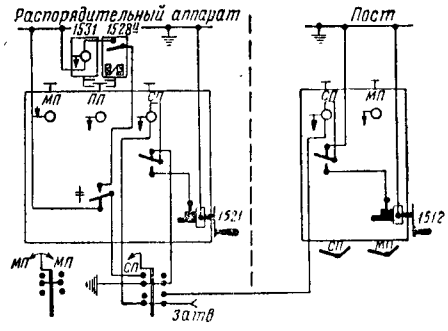
Включение маршрутных блоков при полной станционной блокировке (фиг. 210) отличается от схемы, данной на фиг. 209, тем, что при разделке маршрута цепь блокирования не связывается с цепью отмыкания замычки *1531*, которая включается в цепь сигнальных блоков. Для задания маршрута дежурный по станции переводит соответствующую маршрутную рукоятку и заблокировывает маршрутный блок (*МП* или *МО*), в результате чего на исполнительном посту отблокируется соответствующий маршрутный блок. После приготовления маршрута сигналист запирает его поворотом маршрутной рукоятки, причём одновременно переключается контакт, свя-



Фиг. 210. Схема включения маршрутных блоков при полной станционной блокировке

занный с рукояткой, и заблокировывает маршрутный блок; в результате этого в распорядительном аппарате отблокировывается сигнальный блок, указывая дежурному по станции об изготовлении постом заданного ему маршрута. Разделка маршрута производится в обратной последовательности.

Включение сигнального блока приёма *СП* при полной станционной блокировке (фиг. 211)

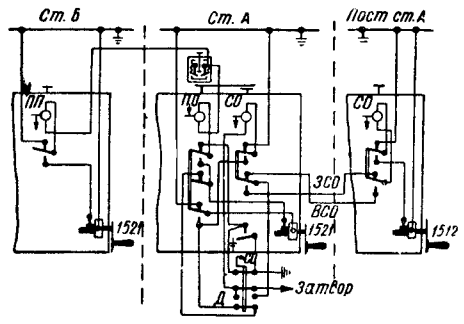


Фиг. 211. Схема включения сигнального блока *СП* при полной станционной блокировке

выполняется таким образом, чтобы схема не создавала препятствий к пользованию входным сигналом, если перегонная блокировка почему-либо не работает. Поэтому заблокирование сигнального блока *СП* поставлено в зависимость только от готовности маршрута приёма.

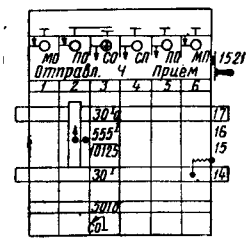
Включение сигнального блока *СО* (фиг. 212) выполнено так, что его можно заблокировать:

1) совместно с блоком *ПО* при повёрнутой сигнальной рукоятке и 2) отдельно при нормальном положении сигнальной рукоятки. В первом случае на исполнительный пост даётся разрешение открыть выходной сигнал. Во втором случае даётся распоряжение раз-



Фиг. 212. Схема включения сигнального блока *СО* при полной станционной блокировке

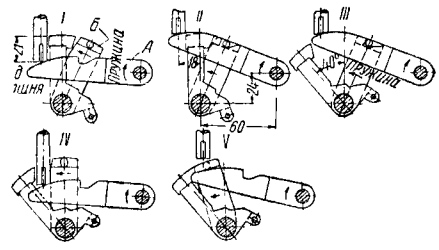
делать приготовленный перед этим маршрут отправления. Особенностью включения блоков *СО* является применение двух проводов между распорядительным и исполнительным постами: по одному проводу производится отблокирование блока *СО*, по другому — заблокирование. Таким способом исключается возможность повторного отблокирования блока *СО* на посту, если после первого отблокирования блок-клавиша блоков *ПО* и *СО* задержалась в нажатом состоянии. Во избежание нарушения действия блокировки при ошибочном нажатии клавиши *ПО* и *СО* (на секторах *ПО* и *СО* средние винты короткие) в ящике зависимости устанавливается под блоком *ПО* угольник с полочкой, прикреплённый к линейке, которая посредством замычки *30-1* связана с сигнальной рукояткой (фиг. 213). Блок *ПО* можно нажать только после поворота сигнальной рукоятки. После заблокирования блока *ПО* сигнальная рукоятка может быть возвращена обратно, так как замычка *30-1* этому не препятствует.



Фиг. 213. Схема установки замычки *10125* в ящике зависимости

Для устранения нарушения действия при ошибочном нажатии блока *СО*, когда сигнальная рукоятка повёрнута, под блоком *СО* устанавливается замычка *10125* (фиг. 213). Замычка устроена таким образом, что позволяет после перевода сигнальной рукоятки блок *СО* заблокировать совместно с блоком *ПО*. Если после этого блок *СО* будет отблокирован, нажать блок-клавишу блока *СО* нельзя до тех пор, пока сигнальная рукоятка не будет поставлена в нормальное положение.

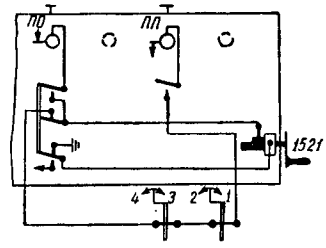
Работа замычки *10125* происходит следующим образом. Под действием пружин рычажок *А* (фиг. 214) стремится повернуться вверх, а рычажок *Б* — влево. Рычажок *А* имеет вырез, которым захватывается штифт рычажка *Б*, если этот штифт не успел отклониться влево до того, как рычажок *А* поднялся вверх. При переводе сигнальной рукоятки влево одновременно поворачивается влево стержень замычки *46 I-II*. При заблокировании сигнального блока штифт рычажка *Б* освобождается, так как рычажок *А* занимает нижнее положение, и при последующем отблокировании блока *СО* рычажок отклоняется



Фиг. 214. Работа замычки *10125*

влево и верхней упорной плоскостью подходит под ригельный стержень блока, не допуская его заблокирования. Только после постановки сигнальной рукоятки в нормальное положение можно заблокировать блок *СО*.

Связь блока *ПП* и маршрутных рукояток приёма выполняется таким образом (фиг. 215), что заблокирование блока *ПП* возможно только при нормальном положении рукояток. Это сделано с целью принуждения дежурного по станции после приёма каждого поезда разделывать маршрут и, таким образом, в некоторой степени устранять возможность приёма второго поезда на занятый ещё первым поездом путь. При маршрутах сквозного пропуска посредством этой зависимости исключается возможность выпуска второго поезда на перегон по открытому для первого поезда выходному сигналу, так как после постановки маршрутной рукоятки в нормальное положение её нельзя склонить вновь до тех пор,

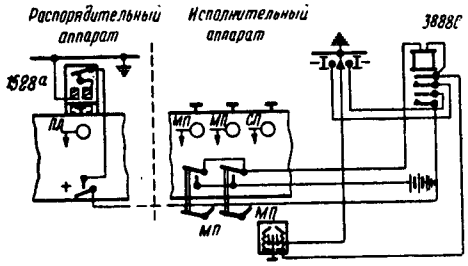


Фиг. 215. Схема электрической связи блока *ПП* и маршрутных рукояток приёма

пока не будет разделан маршрут отправления для первого поезда (зависимость, выполняемая замычками *32л* и *32п*)

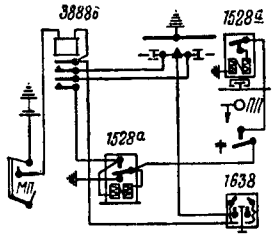
Электрическая педальная замычка над блоком *ПП* распорядительного аппарата включается (фиг. 216) через контакты педального реле *38886*, которое включается через кон

такты маршрутных рукояток и контакт *1638* входного семафора. Педальная замычка отмыкается при отблокированиом блоке *ПП*, с которым она связана. Электрическая педальная замычка над блоком *ПП* в распорядительно-исполнительном аппарате вклю-



Фиг. 216. Схема включения педальной замычки

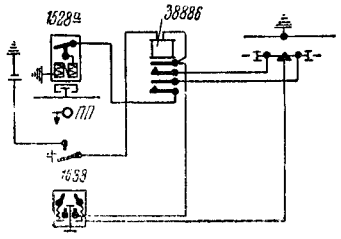
чается совместно с педальиой замычкой, расположенной на ящике зависимости и замыкающей маршруты (фиг. 217). Включение выполнеио таким образом, что первоначальио отмыкается педальная замычка, связанная с маршрутными рукоятками, а затем, через



Фиг. 217. Схема включения путевой и маршрутной педальных замычек в распорядительно-исполнительном аппарате

её коитакт,—и педальная замычка над блоком *ПП*, если последний в этот момент находится в отблокироваином положеиии

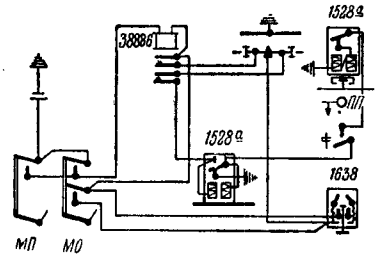
Включеиие педальной замычки над блоком *ПП* в аппаратах без ящика зависимости



Фиг. 218. Схема включения педальной замычки в аппаратах без ящика зависимости

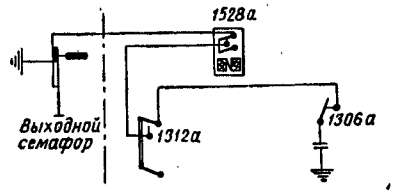
(фиг. 218) отличается отсутствием контактов маршрутных рукояток

Включение педальной замычки иад блоком *ПП* в блок-аппаратах на одиопутиых перегонах отличается тем, что маршруты приёма и отправления замыкаются одной общей педальной замычкой (фиг. 219), установленной на ящике зависимости и работающей либо от общей педали на изолироваиием рельсе, либо от отдельных педалей, если они установлены для маршрутов приёма на изолированных рельсах на каждом приёмном пути. В последнем случае схема соответственно из-



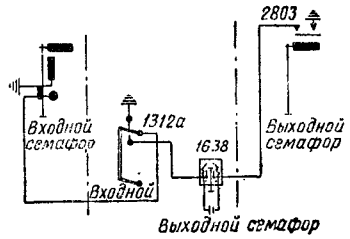
Фиг. 219. Схема включения педальной замычки в аппаратах однопутной блокировки с ящиком зависимости

меняется. Электросцепляющий механизм выходного семафора, управляемого из распорядительно-исполнительного поста, включают (фиг.220) через контакт маршрутной рукоятки отправления, взрезной контакт стрелок, входящих в маршрут отправления, и контакт электрической педальной замычки отправления.



Фиг. 220. Схема включения электросцепляющего механизма

Диск сквозного прохода при управлении семафорами из одного распорядительно-исполнительного поста (фиг. 221) включают через контакт *1312а* маршрутной рукоятки приёма и контакт *1638* рычага выходного семафора. В отдельных случаях цепь проводится через крыловой контакт *2803*, замыкающийся при открытом выходиом семафоре.

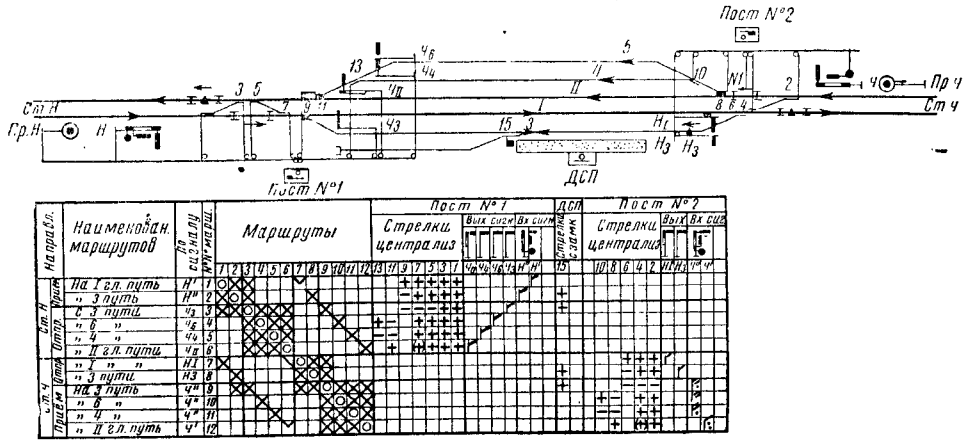


Фиг. 221. Схема включения диска сквозного прохода

Схема включения приборов и взаимной связи перегониой и станционной блокировки показана на фиг. 222—226 для схемы примерной станции с одним распорядительным и двумя исполнительиыми постами. Станция расположеиа на двухпутном участке с приле-

гающими перегонами, оборудованными односторонней (двухпутной) полуавтоматической блокировкой. На станции предусмотрено 12 маршрутов (фиг. 222); сквозные маршруты со-

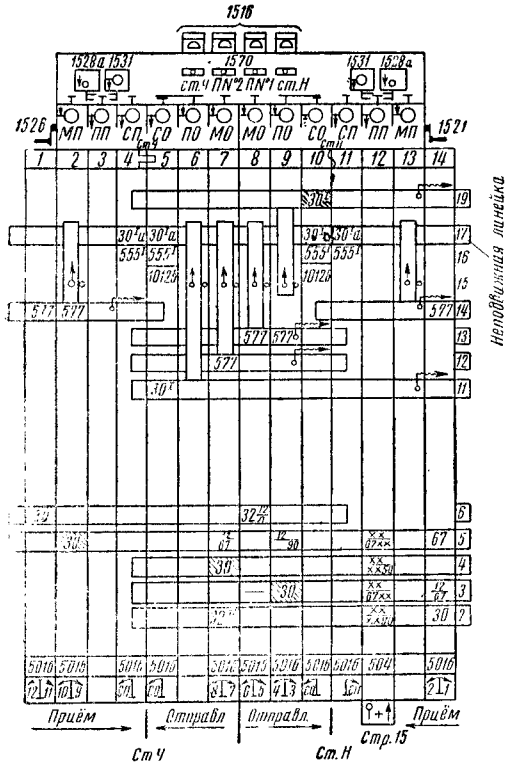
тельных аппаратов (фиг. 224—226) обеспечивается строго установленный порядок пользования аппаратами при приёме и отправлении поездов. Первоначально дежурный по станции



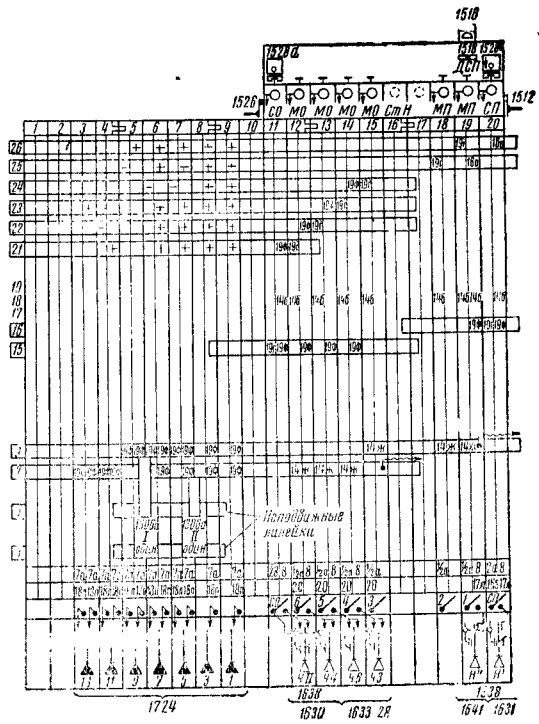
Фиг. 222. Примерная схема станции и таблица маршрутов

ставляются из маршрутов приёма и отправления по соответствующему главному пути (фиг. 223), для чего в ящике зависимости предусмотрены замычки *32л* и *32п*. Электрической схемой и механическими устройствами в ящике зависимости распорядительного и исполни-

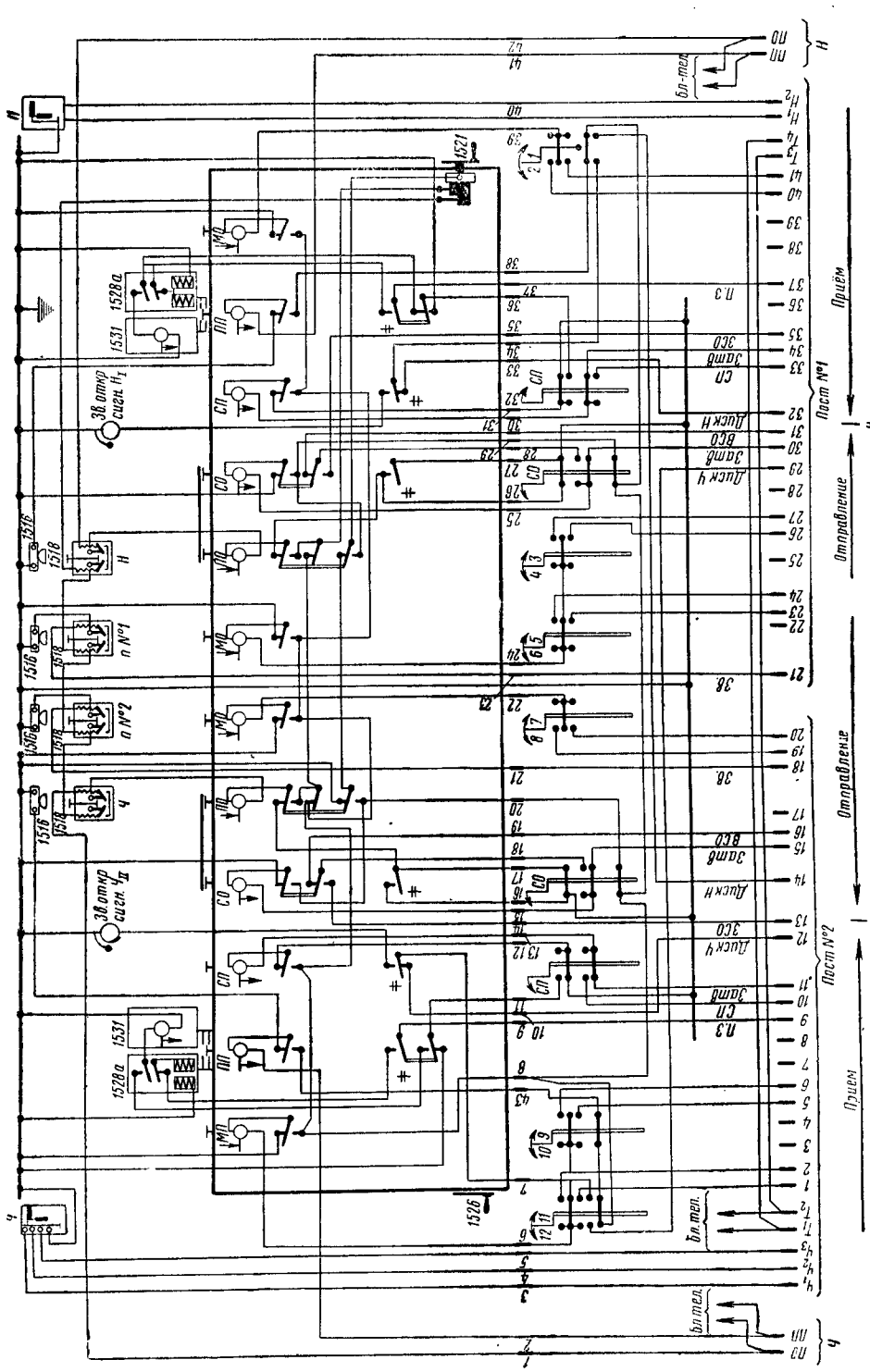
задаёт на пост маршрут, для чего склоняет соответствующую маршрутную рукоятку и заблокировывает маршрутный блок, в результате чего на посту отблокировывается соответствующий маршрутный блок. Сигналист поста устанавливает стрелки маршрута,



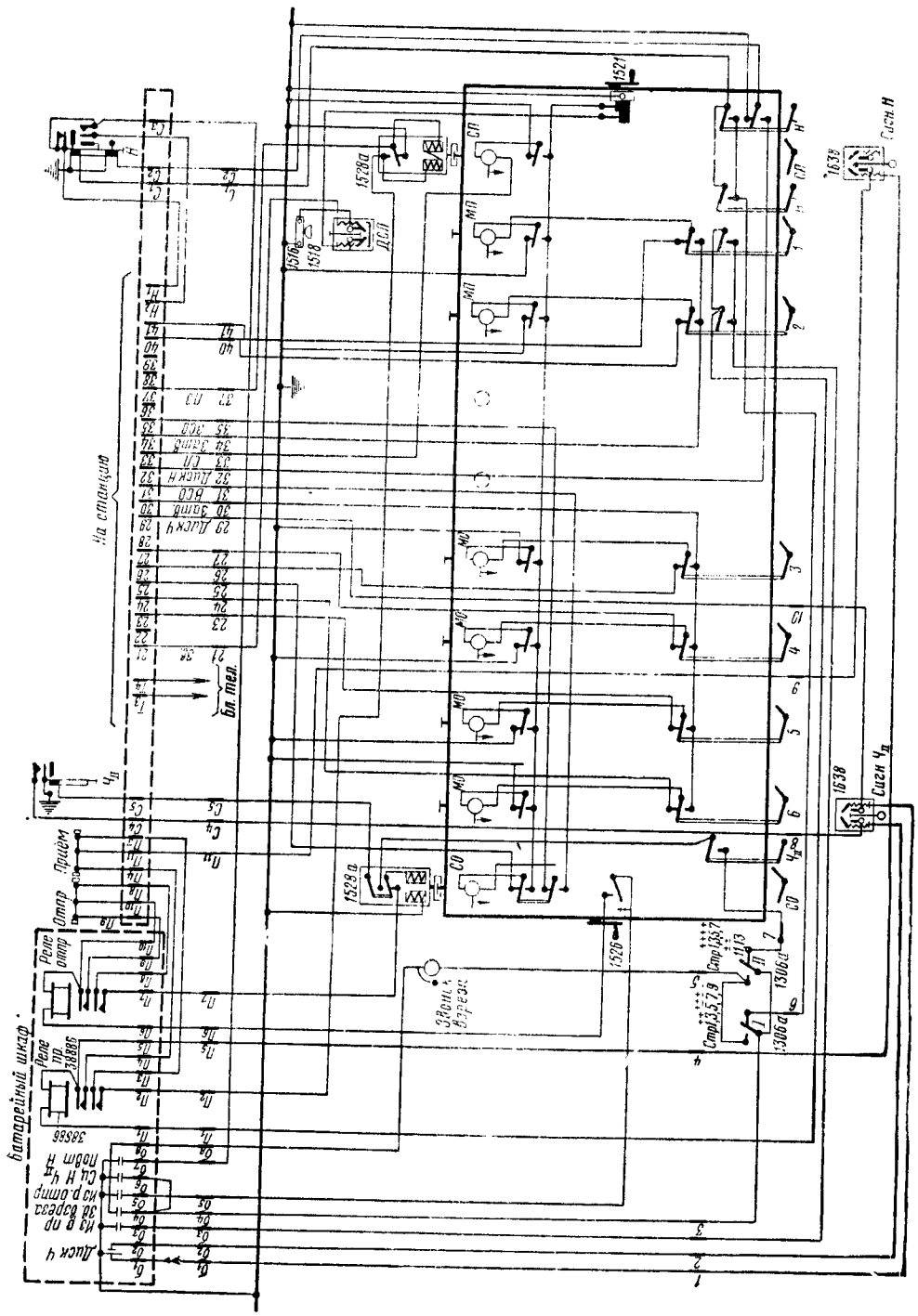
Фиг. 223. Схема ящика зависимости распорядительного аппарата для станции по фиг. 222



Фиг. 224. Схема ящика зависимости исполнительного поста № 1 для станции по фиг. 222


Пост №1
Пост №2
Прием
Отправление
Отправление
Прием
Бл-тел.
Бл-тел.
Бл-тел.
ЗВ. оптич. сигн. Н1
ЗВ. оптич. сигн. Ч2
1521
1526
1528а
1531
1516
1516б
1518
1516б
1518
1516
1518
1528а
1531
Н
Ч
Н
Ч
Н
Ч

запирает их поворотом маршрутной рукоятки и заблокировывает маршрутный блок, отблокированный перед этим дежурным по станции, в результате чего на исполнительном посту отблокировывается сигнальный блок. Сигналист поста склоняет сигнальную рукоятку и



Фиг. 226. Схема токопрохождения исполнительного аппарата поста № 1 для станции по фиг. 222

в результате чего у дежурного по станции отблокировывается сигнальный блок. Дежурный по станции, поворачивая сигнальную рукоятку, заблокировывает сигиальный блок, открывает семафор. После прохода поезда семафор закрывается (автоматически или сигналистом) и маршрут разделывается в обратной последовательности.

РЕЛЕ, ТРАНСФОРМАТОРЫ И ВЫПРЯМИТЕЛИ

РЕЛЕ

КЛАССИФИКАЦИЯ

Электрическим реле называется такой электрический прибор, положение контактной системы которого зависит от присутствия и параметров тока в обмотке этого прибора.

В устройствах СЦБ применяют электрические реле, реагирующие в основном на значения напряжения или силы тока в его обмотках.

По принципу устройства воспринимающей системы реле разделяют на электромагнитные и индукционные. Кроме того, но более редко, применяют термические магнитоэлектрические, электродинамические и электронные реле.

По мощности, необходимой для срабатывания, электрические реле могут быть разделены на маломощные (чувствительные) — до 1 *вт*, средней мощности — от 1 до 10 *вт* и мощные (исполнительные) — свыше 10 *вт*. В устройствах СЦБ применяются почти исключительно маломощные реле.

По времени срабатывания (подъёма) и отпускания (отпадания) $t_{ср}$ и $t_{отп}$ реле разделяют на быстродействующие (< 0,001 сек.), нормальные (0,001 — 0,1 сек.), замедленные (0,1 — 1,0 сек.) и временные (> 1,0 сек.).

Применительно к реле в устройствах СЦБ более удобно и принято считать быстродействующими реле с временем срабатывания и отпускания до 0,02—0,03 сек., нормально действующими до 0,15—0,20 сек., медленно действующими до 1,0 — 1,5 сек. и временными более 1,5 сек.

По числу положений (позиций) контактной системы все реле разделяются на двухпозиционные, трёхпозиционные и многопозиционные.

Помимо указанных общих признаков реле различают по сопротивлению обмоток и числу контактов.

Основными параметрами реле являются:

1) напряжение и сила тока прямого подъёма (замыкание фронтовых контактов);

2) напряжение и сила тока полного подъёма или нормальной работы;

3) напряжение и сила тока отпускания;

4) время срабатывания $t_{ср}$;

5) время отпускания $t_{отп}$.

Для реле переменного тока, кроме того, параметрами являются коэфициент мощности ($\cos\varphi$ или угол φ), а для двухэлементных реле — идеальные фазовые соотношения между напряжениями и токами двух обмоток.

Коэфициент надёжности (коэфициент возврата или безопасности) реле — отношение напряжения (силы тока) отпускания к напряжению (силе тока) полного подъёма

$$K = \frac{U_{отп}}{U_{пр}}.$$

Для удобства измерений параметры реле могут нормироваться или по напряжению или по силе тока.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ РЕЛЕ

Притяжение якоря электромагнитного реле происходит в результате взаимодействия якоря и сердечников катушек при появлении магнитного потока, создаваемого в сердечниках проходящим по катушкам током.

Отпускание якоря при прекращении тока происходит под действием силы тяжести якоря (реле *НР*, *КР* и др.) или под действием контактных пружин (реле *КДР*, *УНР* и др.).

Зависимость тяговых усилий (или момента), действующих на якорь от хода (или угла поворота) якоря, называется тяговой, или электромеханической, характеристикой [$F = f(\delta)$] и в практических единицах может быть выражена:

$$F_T = \frac{9{,}02\,\pi\,Aw^2\,(1-\sigma)^2\,S}{981\,(RS+\delta)^2},$$

где F_T — усилие в *г*;

Aw — ампер-витки;

σ — коэфициент рассеяния;

S — сечение воздушного зазора в *см*^{2};

R — сопротивление магнитной цепи сердечника;

δ — воздушный зазор между якорем и сердечником.

Выражение справедливо лишь для малых воздушных зазоров.

Если пренебречь сопротивлением магнитной цепи сердечника, значительно меньшим, чем сопротивление воздушного зазора, и магнитным рассеянием, выражение примет вид:

$$F_T = \frac{0{,}02\,\pi\,Aw^2\,S}{981\,\delta^2},$$

или

$$F_T = \frac{0{,}64 Aw^2 S 10^{-4}}{\delta^2}.$$

Зависимость механических сил (или момента), преодолеваемых во время движения якоря реле, от хода (или угла поворота) якоря называется механической характеристикой [$F_м = f(\delta)$].

Условием работы реле является соотношение $F_T > F_м$ для всех положений якоря.

Время срабатывания реле ($t_{ср}$) состоит из времени трогания ($t_{тр}$) и времени движения ($t_{дв}$):

$$t_{ср} = t_{тр} + t_{дв};$$

$$t_{тр} = \frac{L_p}{R_p} \ln \frac{I}{I - I_{со}} = \tau \ln \frac{I}{I - I_{ср}},$$

где L_p и R_p — индуктивность и сопротивление реле;

I — установившаяся сила тока;

$I_{со}$ — сила тока срабатывания;

$\tau = \frac{L_p}{R_p}$ — постоянная времени обмотки реле.

Обычно $t_{тр} \gg t_{дв}$, для большинства практических расчётов значением $t_{дв}$ можно пренебречь.

Время отпускания реле ($t_{отп}$) аналогично:

$$t_{отп} = t'_{тр} + t''_{дв},$$

$$t'_{тр} = (\tau + \tau_{\Phi}) \ln \frac{I}{I_{отп}},$$

где τ_{Φ} — постоянная времени от токов, создаваемых в металлических массах магнитопровода, специальных гильз и т. д.

При отпускании реле вследствие размыкания цепи, когда $\tau \approx 0$,

$$t_{тр} = \tau_{\Phi} \ln \frac{I}{I_{отп}}.$$

Способы убыстрения и замедления срабатывания и отпускания реле показаны на фиг. 227.

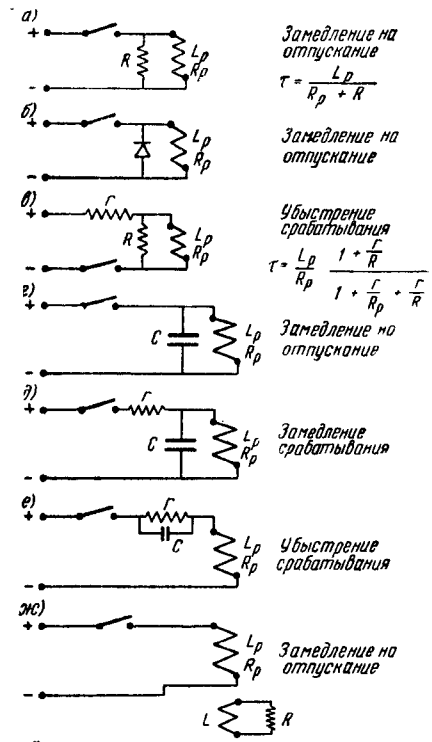
РЕЛЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Реле типа НР

Реле типа НР (нейтральные реле) изготовляют с числом контактов 6 и 4 (НР-1) и 2 (НР-3). Четырёхконтактное реле НР-1 изображено на фиг. 228.

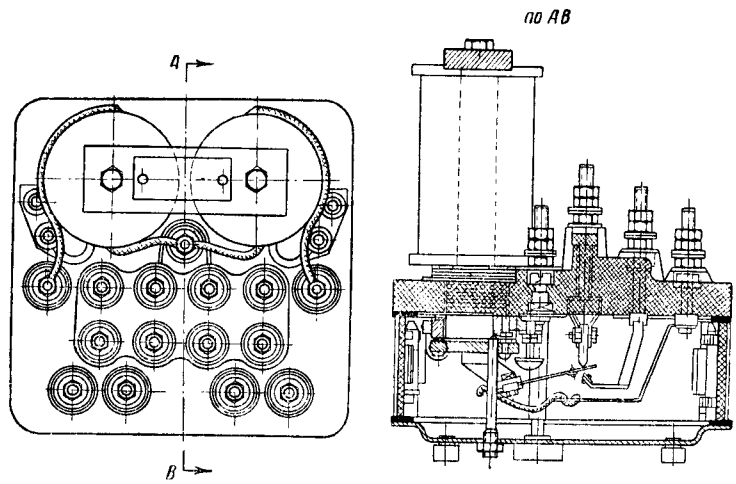
Материал магнитной цепи реле — трансформаторная сталь. Наибольшая индукция в замкнутой цепи не менее 14 000 *гс* при напряжении поля в 500 *э*. Остаточная индукция в замкнутой магнитной цепи не более 6 000 *гс*. Коэрцитивная сила не более 1,3 *э*. Магнитный зазор между якорем и сердечником не менее 0,38 *мм*. Люфт якоря вдоль оси в пределах 0,25—0,5 *мм*.

Подвижные контакты— фосфористая бронза с серебряными наконечниками. Фронтовые контакты — уголь с серебряным наполнением. Тыловые контакты жёсткие с серебряными наконечниками. Контактное нажатие для фронтовых контактов не менее 30 *г* и для тыловых не менее 20 *г* на каждый контакт.



Фиг. 227. Способы убыстрения и замедления работы реле

Медленное действие реле на отпускание (0,9 сек. при 12 *в* и 0,7 сек. при 9,5 *в*) достигается установкой внутри катушки медной гильзы.

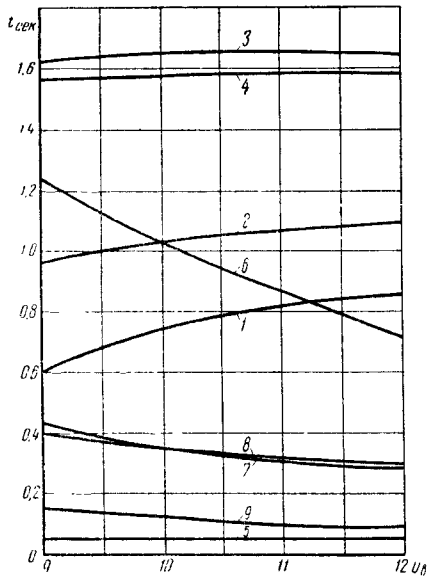


Фиг. 228. Реле НР-1/4 к.

Переходное сопротивление для фронтовых контактов не более 0,25 (0,3) *ом* и для тыловых контактов—не более 0,03 *ом*. Допускаемая контактная нагрузка не более 3 *а*.

Зависимость времени срабатывания и отпадания от напряжения показана на фиг. 229. Расположение и нумерация контактов показаны на фиг. 230 и 231.

Характеристики реле типа НР приведены в табл. 37. Размеры реле приведены в табл. 39.

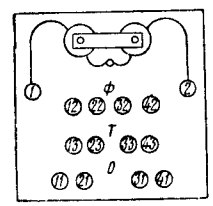


Фиг. 229. Зависимость $t_{ср}$ и $t_{отп}$ от напряжения для реле НР-1: *1*—$t_{отп}$ для реле НР-1/900; *2*—то же при параллельном включении катушек; *3*—$t_{отп}$ для реле НР-1/900 при закорачивании обмотки; *4*—то же при параллельном включении катушек; *5*—$t_{отп}$ для реле НР-1/1000—4 к.; *6*—$t_{ср}$ для реле НР-1/900; *7*—то же при параллельном включении катушек; *8*—$t_{ср}$ для реле НР-1/1000—4 к.; *9*—$t_{ср}$ для реле УНР-1

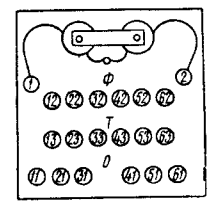
Характеристики применяемых на сети нейтральных реле иностранных фирм приведены в табл. 39. По своим данным эти реле в основном аналогичны НР.

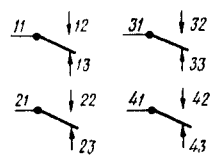
Реле типов КР и СКР

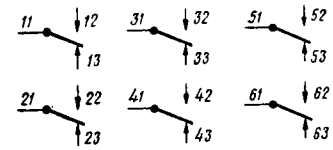
Реле типа КР (комбинированное реле) изготовляется с числом контактов, указанным в табл. 40. Реле КР-1 изображено на фиг. 232. Оно имеет нейтральную часть (магнитную систему и контакты), аналогичную по устрой-



Фиг. 230. Схема контактов НР-1/4 к.







Фиг. 231. Схема контактов НР-1/6 к.

ству, работе и предъявляемым требованиям реле типа НР (см. выше), и поляризованную часть. Постоянный магнит поляризованной части — углеродистая сталь. Максимальная индукция при напряжении 500 *э* не менее

Таблица 37

Характеристики реле типа НР

Активное сопротивление двух катушек в *ом*	Количество контактов	Характер работы	Отпускание не менее		Полный подъём не более		Данные обмоток (число катушек, число витков на катушке и диаметр провода)	Специальное назначение
			в	*ма*	*в*	*ма*		
2	4ф—4т	Нормально действующее	—	53	—	105	2.725.1,45	Путевое
900	4ф—4т	Медленно действующее	2,3	—	6,8	—	2.9 600.0,25	Нет
1 000	4ф—4т	Нормально действующее	2,5	—	5,7	—	2.13 800.0,25	»
2	6ф—6т	То же	—	57	—	134	2.725.1,45	Путевое
400	6ф—6т	Медленно действующее	2,5	—	6,8	—	2.6 100 . 0,31	Нет
1 000	6ф—6т	Нормально действующее	2,8	—	7,3	—	2.13 800.0,25	»
110	6ф—6т	То же	1,1	—	2,65	—	2.4 400.0,44	Для работы с выпрямителем в качестве путевого
10 000/100/100	4ф—4т	Медленно действующее	14,5/2,2	—	31,5/4,3	—	50 000.0,12 3 250.0,31(×2)	Контроль перегона в схеме а/б БФ
40	4ф—4т	Нормально действующее	0,5	—	1,10	—	2 . 3 050.0,67	Предварительное зажигание в схеме автоблокировки
500/0,6	4ф—4т	То же	2,5/— —	—/120 —/200	5,7/— —	—/300 —/300	13 800 . 0,25 500·1,56	Огневое реле прожекторного сигнала
1 000	2ф—2т	»	3,0	—	7,8	—	2.13 800 . 0,25	Нет (НР-3)

Примечания. 1. Допускается перегрузка по напряжению (или току) не более четырёхкратной.

2. Реле 10 000/100/100 имеет две рабочие обмотки — 10 000 *ом* и 100 *ом* и обмотку 100 *ом*, замкнутую накоротко. В числителе даются данные для высокоомной и в знаменателе для низкоомной обмоток.

3. Вторая строка реле 500/0,6—для работы от переменного тока, причём параллельно обмотке 0,6 *ом* включён селеновый выпрямитель.

Таблица 38

Размеры реле

Тип реле	Высота	Длина	Ширина	Вес в *кг*
	в *мм*			
НР-1/4к	203	159	159	5,5÷7,0
НР-1/6к	203	193	159	6,0÷7,0
НР-3	200	190	90	—
КР-1	225	188	198	9,3
КР-2	213	230	230	10,3
КР-3	218	230	230	10,3
КР-4	220	200	130	—
СКР-1	225	191	235	12,0
НПР	203	193	159	6,0

16 000 *гс* и остаточная индукция в замкнутой магнитной цепи не более 10 500 *гс*.

Коэрцитивная сила не менее 60 *э*. Постоянный магнит создаёт полярность связанному с ним поляризованному якорю. Зазор между поляризованным якорем и сердечником не менее 0,15 *мм*. Якорь несёт на себе контактную систему, состоящую из подвижного контакта (фосфористая бронза с серебряными наконечниками), перебрасываемого между двумя неподвижными угольными контактами. При отсутствии тока в обмотках реле магнитный поток постоянного магнита создаёт усилие, прижимающее поляризованный якорь к одному (любому) из полюсов нейтральной магнитной системы. При наличии тока в обмотках реле полюс, получающий разноимённую с поляризованным якорем полярность, притягивает якорь, с которым связана контактная система.

Нормальным контактом поляризованного якоря (*Н*) называется контакт, замкнутый с подвижным контактом при включении плюса источника тока на плюс реле, обозначенный на плате (обычно левый зажим обмотки). Второй неподвижный контакт называется переведённым (*П*). Перебрасывание поляризованного якоря должно происходить при токе меньшей величины, чем притяжение нейтрального якоря.

Характеристики реле типа КР приведены в табл. 40. Размеры реле указаны в табл. 38.

Расположение и нумерация контактов показаны на фиг. 233—235. Реле СКР-*1* (фиг. 236) является комбинированным реле (КР) с самоудерживающимся нейтральным якорем. Реле имеет нейтральную и поляризованную части, аналогичные по устройству, работе и предъявляемым требованиям реле типа КР, и, кроме того, имеет самоудерживающую арматуру.

В момент смены полярности основной обмотки в дополнительной обмотке, намотанной на той же катушке, наводится кратковременная э. д. с., которая создаёт импульс тока в обмотке самоудерживающей арматуры. Её якорь, жёстко связанный с якорем нейтральной арматуры, поддерживает последний в течение времени перемагничивания нейтральной магнитной системы.

Зазор между якорем и полюсами сердечников самоудерживающей арматуры ие

Таблица 39

Характеристики нейтральных реле типов К и DN

Тип реле	Активное сопротивление в *ом*	Количество контактов	Характер работы	Отпускание не менее		Полный подъём не более		Размер в *мм*
				в	*ма*	*в*	*ма*	
К2	16	2 *ф*—2 *т*	Нормально действующее	0,22	13,9	0,45	27,8	160×100×193
К2	2 000	2 *ф*—2 *т*	То же	2,6	1,3	5,60	2,8	160×100×193
К2	1 000/75	2 *ф*—2 *т*	»	2,60	2,6	5,60	5,6	160×100×193
				0,66	8,6	1,38	18,4	
К2	75	2 *ф*—2 *т*	»	0,66	8,8	1,32	17,6	160×100×193
К4	1	4 *ф*—4 *т*	»	0,074	74,0	0,130	130	187×162×220
К4	4	4 *ф*—4 *т*	»	0,148	37,0	0,260	65	187×162×220
К4	100	4 *ф*—4 *т*	»	0,790	7,9	1,400	14	187×162×220
К4	500	4 *ф*—4 *т*	»	2,00	4,0	3,25	7,4	187×162×220
К4	2 000	4 *ф*—4 *т*	»	4,00	2,0	7,20	3,7	187×162×220
К4	1 000/0,58	4 *ф*—4 *т*	»	4,00	4,0	7,40	7,4	187×162×220
				0,09	157,0	0,166	287	
К4	1 000/1 000	4 *ф*—6 *т*	»	4,00	4,0	7,4	7,4	187×162×220
				4,00	4,0	7,4	7,4	
К6	1 000	6 *ф*—6 *т*	»	3,4	3,4	6,5	6,5	195×192×232
DN-22A	16	2 *ф*—2 *т*	»	0,217	13,6	0,44	27,3	162×101×196
DN-22A	2 000	2 *ф*—2 *т*	»	2,78	1,4	5,55	2,8	162×101×196
DN-22A	1 000/75	2 *ф*—2 *т*	»	2,50	2,5	6,10	6,1	162×101×196
				0,62	8,3	1,38	18,4	
DN-11	1	4 *ф*—4 *т*	»	0,074	74,0	0,14	140	159×203×159
DN-11	100	4 *ф*—4 *т*	»	0,840	8,4	1,59	16,0	159×203×159
DN-11	500	4 *ф*—4 *т*	»	1,850	3,7	3,50	7,0	159×203×159
DN-11	2 000	4 *ф*—4 *т*	»	4,120	2,1	7,78	3,9	159×203×159
DN-11	1 000/1 000	4 *ф*—4 *т*	»	3,7	3,7	7,78	7,8	159×203×159
				3,7	3,7	7,78	7,8	
DN-11L	1 000/0,58	4 *ф*—4 *т*	»	3,7	3,7	7,78	7,8	159×203×159
				0,08	133	0,16	280	
DN-11L	0,58	4 *ф*—4 *т*	»	0,077	133	0,16	280	159×203×159
DN-11	1 000	6 *ф*—6 *т*	»	3,100	3,1	7,30	7,3	193×203×159
DN-18*	500	4 *ф*—4 *т*	Медленно действующее	4,07	8,0	10,8	22,0	159×159×228

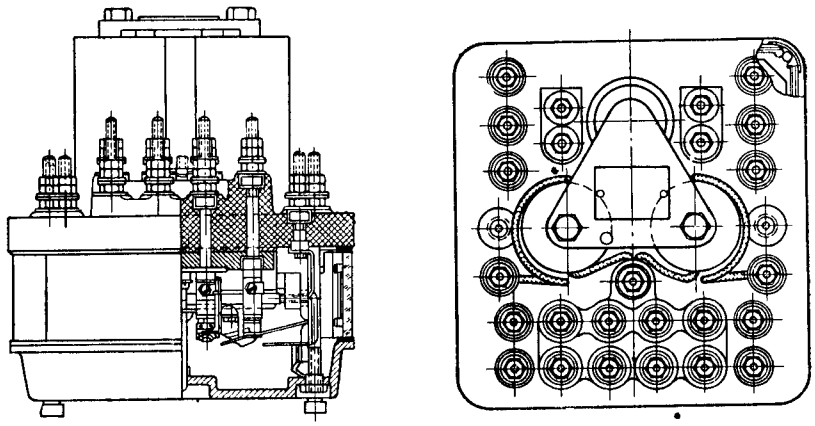
* Замедление ДН-18 при 12 *в*: на притяжение 2,3 сек.; на отпускание 1,1 сек.

Таблица 40

Характеристики реле типов КР и СКР

Тип реле	Активное сопротивление двух катушек в *ом*	Отпускание не менее		Прямой подъём		Полный подъём не более		Полный подъём при перемене полярности		Перебрасывание поляризованного якоря в пределах или не более		Время разомкнутого состояния фронтового контакта при перемене полярности не более сек.	Данные обмоток	Количество контактов
		в	*ма*	*в*	*ма*	*в*	*ма*	*в*	*ма*	*в*	*ма*			
КР-1 . .	5	—	31	—	—	—	80—100	—	125	—	60	0,2	2× 1 020×1,0	$4ф-4т$
КР-1 . .	600	2,2	—	4,5	—	5,7	—	7,1	—	2,8—4,2	—	0,75	2×11 000×0,31	$2н-2п$
КР-1 . .	24	0,5	—	—	—	1,3	—	1,6	—	0,75	—	—	2×2 200×0,64	
КР-1 . .	60	0,74	—	—	—	1,9	—	2,4	—	1,26	—	—	2×3 300×0,5	$6ф-6т$
КР-2 . .	600	2,0	—	4,5	—	7,5	—	9,5	—	3—4	—	0,75	2×11 000×0,31	$4н-4п$
КР-3 . .	24	0,4	—	0,85	—	1,2	—	1,5	—	0,4—0,8	—	0,75	2× 2 200×0,64	$4ф-4т$
КР-4 . .	5	—	31	—	—	—	90	—	112	—	60	0,2	2× 1 020×1,0	$4н-4п$
СКР-1 .	270/0,9/0,55	2,6	—	—	—	7,0	—	7,6	—	2,0—3,5	—	—	2× 6 700×0,35 2× 450×1,0 (втор.) 2×275×1,25 (самоудерживающая)	$2ф-2т$ $2н-2п$ $4ф-4т$ $2н-2п$

Примечания. 1. Допускаемая перегрузка по напряжению (или току) не более четырёхкратной.
2. Работа самоудерживающей арматуры СКР-1 при 8,0 *в*.



Фиг. 232. Реле КР-1

менее 0,05 *мм*. Остальные требования к реле СКР аналогичны требованиям к реле НР и КР.

Основное назначение реле СКР — линейное реле автоблокировки.

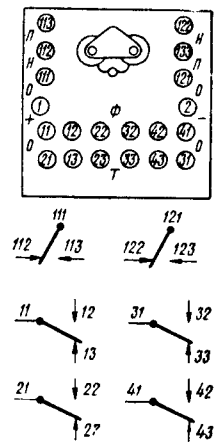
Характеристики реле СКР-1 приведены в табл. 40,а размеры—в табл. 38. Расположение и нумерация контактов указаны на фиг. 237.

Характеристики применяемых на сети комбинированных реле иностранных фирм приведены в табл. 41.

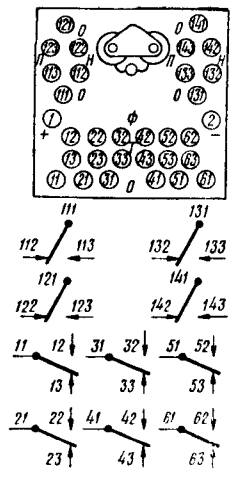
Реле типа НПР

Реле НПР (нейтральное пусковое реле) аналогично шестиконтактному реле типа НР, но имеет усиленную контактную систему, рассчитанную на работу в рабочей цепи стрелочного привода (фиг. 238).

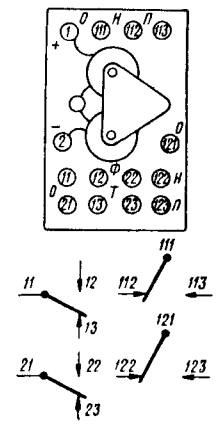
Реле имеет нормальные контакты (аналогичные НР, обозначаемые *ф* и *т*), усиленные контакты (*фу* и *ту*) уголь — уголь, имеющие сопротивление (до начала работы) не



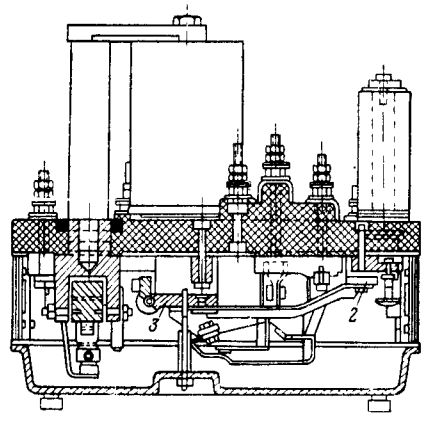
Фиг. 233. Схема контактов реле КР-1



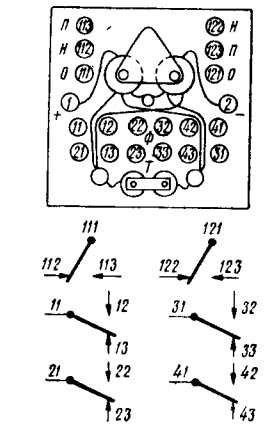
Фиг. 234. Схема контактов реле КР-2



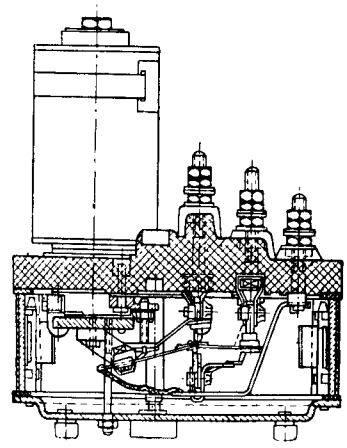
Фиг. 235. Схема контактов реле КР-4



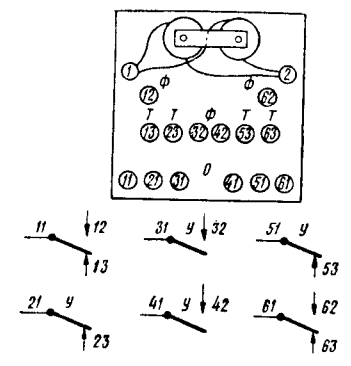
Фиг. 236. Реле СКР-1



Фиг. 237. Схема контактов реле СКР-1



Фиг. 238. Реле НПР



Фиг. 239. Схема контактов реле НПР-2

Таблица 41

Характеристики комбинированиых реле типов К и ДР

Тип реле	Активное сопротивление катушек в *ом*	Количество контактов	Отпускание не менее		Полный подъём не более		Перебрасывание поляризованного якоря не более		Размер в *мм*
			в	*ма*	*в*	*ма*	*в*	*ма*	
К8RNP*	250	4ф—4т	2,0	8,0	4,18	16,7	1,87	7,5	257×168×232
ДР-21*	250	4н—4п	1,32	5,3	3,41	13,6	2,1	8,4	228×228×250
К6Р	1 000	4ф—4т	2,90	2,9	6,60	6,6	3,1	3,1	195×192×232
ДР-14	1 000	2н—2п	2,80	2,8	5,30	5,3	3,80	3,8	187×197×226
CR**	1 250	1нп	—	—	—	—	3,38	2,7	197×125×220

* Реле имеет самоудерживающий нейтральный якорь.
** Импульсное реле, не комбинированное.

выше 0,6 *ом* для фронтовых и 1,0 *ом* для тыловых. Угольные контакты допускают кратковременную нагрузку до 10 *а* постоянного тока. Контактный зазор 12,5 *мм*. Контактное нажатие для усиленных контактов не менее 60 *г*; в отношении остальных требований реле НПР аналогично реле НР.

Реле НПР-4 имеет магнитное гашение дуги, благодаря чему в качестве усиленных используются контакты нормальной конструкции. Около усиленных контактов расположены постоянные магниты. Контактный зазор усиленных контактов НПР-4 2,5 *мм*.

Характеристики реле НПР приведены в табл. 42, размеры — в табл. 38.

Расположение и нумерация контактов указаны на фиг. 239.

Реле кодового типа

Реле кодового типа изготовляются 10 различных видов, указанных в табл. 43. По названиям реле кодового типа разделяются на КДР — кодовые диспетчерские реле, РКА — реле кодовой авторегулировки, УНР — унифицированное реле и ТР — трансмиттерные реле. Реле кодового типа широко используют в местных цепях при диспетчерской централизации стрелок и сигналов, горочной автоматической централизации, локомотивной сигнализации, кодовой автоблокировке и др.

Магнитная система реле кодового типа состоит из круглого сердечника диаметром 12 *мм* (КДР, УНР) или 16 *мм* (КДР-У, РКА) из кремнистой электротехнической стали марки Э4А (коэрцитивная сила не более 0,7 *э*), якоря и ярма из стали «АРМКО» (коэрцитивная сила не более 1,2 *э*).

Воздушный зазор между притянутым якорем и сердечником достигается:

а) в реле КДР-1, КДР-1М, КДР-2, КДР-У, УНР-1 и ТР с помощью бронзовых штифтов на якоре; величина зазора не менее 0,2 *мм*, а для КДР-У не меиее 0,08 *мм*;

б) в реле КДР-3 и УНР-2 при помощи упора якоря в ярмо. Величина зазора не менее 0,05 *мм*;

в) в реле РКА и РКА-М при помощи массивиого бронзового упора на нижней полке ярма, в который упирается якорь. Величина зазора ие менее 0,08 *мм*. Воздушный зазор регулируется ввинчивающейся пробкой из кремнистой стали.

Контактная система кодовых реле может состоять из нескольких (до пяти) контактных рядов в соответствии с табл. 43. Каждый ряд может иметь несколько простейших контактиых групп (тройников или двойиików), но

Таблица 42

Характеристики реле типа НПР

Тип реле	Активное сопротивление катушек в *ом*	Количество контактов	Отпускание в *в* не менее	Полный подъём в *в* не более	Полный подъём при перемене полярности в *в*	Данные обмоток
НПР-1	150 (2×300 параллельно)	4фу 2ф—2 *т*	— 1,1	— 5,5	— 7,0	— 2×11 000×0,31
НПР-2	150 (2×300 параллельно)	2фу 2*т*у 2ф—2 *т*	— 1,1 —	— 5,5 —	— 7,0 —	— 2×11 000×0,31 —
НПР-3	300 (2×150)	2фу 2*т*у 2ф—2 *т*	(для одной катушки) 1,4 —	7,0 —	— —	— — —
НПР-4	450 (300+150)	2фу—*т* 4ф—4 *т*	300 *ом*—2,3 150 *ом*—1,4	300 *ом*—6,0 150 *ом*—4,8	— —	— —

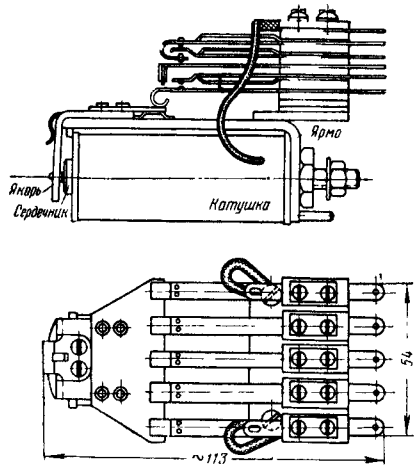
Примечания. 1. Допускаемая перегрузка не более четырёхкратной.
2. Катушки обычно включаются раздельно.

Таблица 43

Реле кодового типа

Тип реле	Характер работы	Наибольшее количество контактных рядов	Наибольшее количество контактных групп в ряду	Конструкция	Изображение на фиг.
КДР-1	Нормально действующее	5	3	Кодовое диспетчерское реле. Неразветвлённая магнитная цепь, якорь полукруглой формы, карболитовый каркас катушки	240
КДР-1М	Относительно медленно действующее	1	3	Неразветвлённая магнитная цепь, якорь полукруглой формы, медный каркас катушки	240
КДР-2	Быстро действующее, повышенной чувствительности	1	2	Неразветвлённая магнитная цепь, якорь полукруглой формы, карболитовый каркас катушки, удлинённое плечо якоря	241
КДР-3	Медленно действующее	5	3	Разветвленная магнитная цепь, якорь прямоугольной формы, медный каркас катушки	242
КДР-У	То же	5	3	Усиленное реле с разветвлённой магнитной цепью, якорем прямоугольной формы, катушкой на медном каркасе с медными шайбами на сердечнике	243
РКА	»	5	3	Реле кодовой авторегулировки. То же, что и КДР-У, но с пробкой на якоре для регулировки воздушного зазора и бронзовым упором на ярме для создания зазора	244
РКА-М		5	3	То же, но без пробки, с укороченной катушкой и большим количеством медных шайб	
УНР-1	Нормально действующее	2	1	Унифицированное реле. Реле типа КДР-1, заключённое в индивидуальный кожух со стеклянными стенками и контактной платой. Габаритные размеры 156×55×125 *мм*	
УНР-2	Медленно действующее	2	1	Реле типа КДР-3, заключённое в индивидуальный кожух со стеклянными стенками и контактной платой. Габаритные размеры те же	
ТР	Быстро действующее	2	1	Трансмиттерное реле. Реле типа КДР-2 с усиленными вольфрамовыми контактами, заключёнными в индивидуальный кожух со стеклянными стенками и контактной платой	

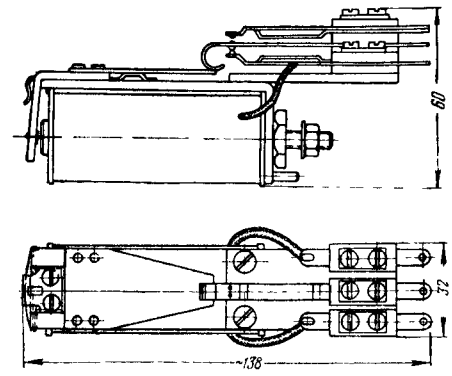
не более 7 пружин. Общее количество контактных пружин ие может быть более 30. Простейшие коитактные группы с указанием



Фиг. 240. Реле КДР-1

присвоенного им шифра приведены на фиг. 245. Контактные группы разделяются на: верхние (индекс *2* и *3*), работающие на замыкание; нижние (*5* и *6*), работающие на размыкание; тройники (*7*, *8*, *9*), работающие на переключение, и мостовые контакты (*1*), работающие на переключение, причём размыкание нижнего контакта происходит позже, чем замыкание верхнего. Схема контактов УНР-1 приведена на фиг. 246.

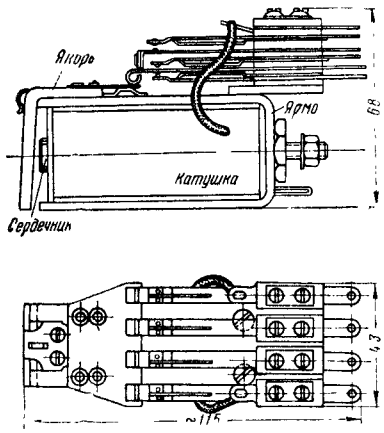
Контактные зазоры должиы быть для мостовых контактов не менее 0,5 *мм*, а во всех



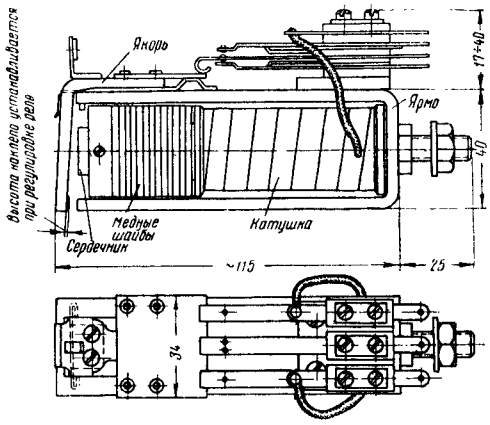
Фиг. 241. Реле КДР-2

остальных случаях не менее 1 *мм*. Скользящий контакт обеспечивается при совместном ходе пружин не менее 0,25 *мм*. Контактные пружины и упорные пластины к ним — из фосфористой или алюминиевой бронзы. Толщина контактной пружины 0,34—0,36 *мм*.

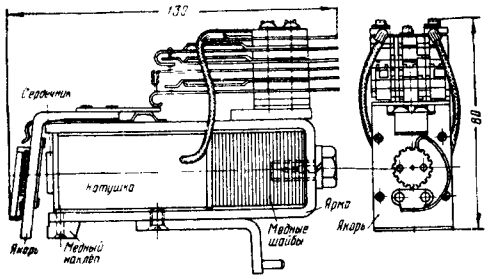
Контактной парой для всех реле, кроме ТР, являются две серебряные полусферы, запрессованные в контактной пружине. Сила начального нажатия для верхних и нижних контактных пружин на упорную пла-



Фиг. 242. Реле КДР-3



Фиг. 243. Реле КДР-У

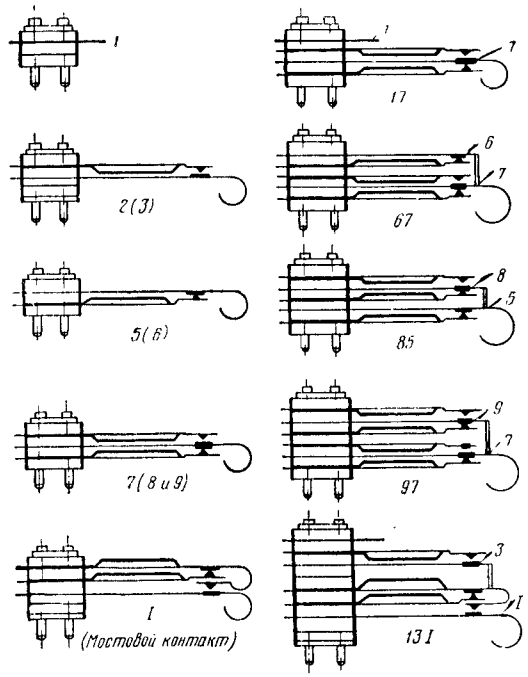


Фиг. 244. Реле РКА

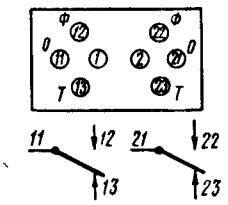
стину 8—12 *г*. Контактное давление при притянутом якоре 25—30 *г*. Сопротивление контактов не выше 0,02 *ом*.

Контакты реле ТР изготовляются из вольфрама и имеют цилиндрическую форму. Контактный зазор не менее 1,5 *мм*. Сопротивление контактов ие более 0,1 *ом*.

Наибольшие допустимые напряжения, силы токов и мощности для контактов кодовых реле при омической нагрузке приведены в табл. 44.



Фиг. 245. Контактные группы реле КДР и РКА. Левый ряд—простейшие контактные группы. Правый ряд—примеры составления контактных рядов реле КДР и РКА. В скобках указаны индексы аналогичных простейших контактных групп, применяемых при установке более одной группы в контактном ряду



Фиг. 246. Схема контактов реле УНР-1

При индуктивных нагрузках максимальная мощность уменьшается до 20%, а величина напряжения — до 70% от указанных. Для

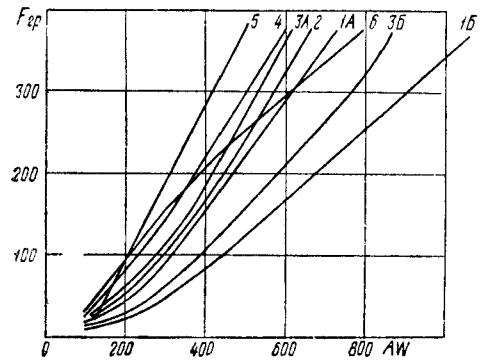
Таблица 44

Наибольшие допустимые напряжения, силы токов и мощности для контактов кодовых реле

Реле	Сила тока в *а*		Напряжение в *в*	Мощность в *вт*	
	постоянного	переменного		постоянного тока	переменного тока
КДР, РКА, УНР . . .	3	3	220	80	400
ТР	3	5	220	120	1 000

нормальной длительной эксплоатации разрываемую мощность следует понижать на 30—50% ниже указанной.

Катушки кодовых реле имеют обмотки сопротивлением от 0,275 до 17 000 *ом* в зависимости от назначения и схемы включения реле, количества контактных групп и подводимого напряжения. Напряжение притяжения якоря



Фиг. 247. Зависимость ампер-витков притяжения якоря от контактной нагрузки для реле КДР. Эквивалентная нагрузка: 12÷15 для контакта на замыкание, 20÷25 для контакта на размыкание, 30 для контакта на переключение и 17÷20 для мостового контакта

1А и *1Б* — реле типа КДР-1, КДР-1М, УНР-1 с ходом якоря—(*1А*) 2,4 *мм* (*1Б*) 3,2 *мм*; *2*—реле типа КДР-2, ТР с ходом якоря 2,4 *мм*; *3А* и *3Б* — реле типа КДР-3, УНР-2 с ходом якоря (*3А*) 2,4 *мм*, (*3Б*) 3,2 *мм*; *4*—реле типа КДР-У с ходом якоря 2,4 *мм*; *5* — реле типа РКА при ввёрнутой пробке с ходом якоря 2,4 *мм*; *6*—реле типа РКА-М с ходом якоря 2,4 *мм*

для наиболее часто применяемых реле при различном количестве контактных групп приведено в табл. 45.

От количества простейших контактных групп зависят ампер-витки, потребные для работы реле. Примерная зависимость ампер-витков притяжения якоря от контактной нагрузки для реле КДР показана на фиг. 247. При этом принимается, что один контакт на переключение создаёт нагрузку в 30 *г*, а контакт на замыкание или размыкание — 15÷25 *г*. Для устойчивой работы реле берётся 100%-ный запас к числу ампер-витков, определённых из кривых.

Зная число контактных групп и определив потребные ампер-витки, характеристики требуемого реле определяют по табл. 46 для КДР-1 и КДР-3 и по табл. 47 — для КДР-У и РКА.

Для реле РКА-М примерно при том же сопротивлении обмоток ампер-витки меньше, чем для РКА, на 20—25%.

По данным таблиц определяется плотность тока в *а/мм*². В зависимости от продолжительности работы реле плотность тока в обмотках не должна превышать: при длительном прохождении тока—3 *а/мм*²; при нахождении под током на время идущей передачи (2—3 мин.), но с учётом того, что реле может вследствие неисправности остаться включённым до устранения неисправности — 5 *а/мм*²; при нахождении под током не более 2—3 мин.— 9 *а/мм*²; при кратковременном нахождении под током до 250 *м сек* с продолжительными перерывами — 12 *а/мм*²

Время притяжения якоря нормально действующих реле 15—45 *м сек* и медленно действующих 30—100 *м сек*. Зависимость времени отпускания якоря от контактной нагрузки и величины воздушного зазора для реле КДР-1 показана на фиг. 248 и для КДР-3, КДР-У и РКА — на фиг. 249.

Реле открытого типа

Реле электрической централизации открытого типа выпускали ранее: для типов 47094 (3703), 3704-1 и 47093 (6686). Электрические характеристики приведены в табл. 48.

Реле типа ИР

Импульсные поляризованные реле типа ИР применяют в кодовой автоблокировке в качестве путевых реле и в устройствах точечного автостопа в качестве вспомогательного реле.

Таблица 45

Напряжение притяжения якоря кодовых реле при различных контактных группах

Номинальное сопротивление обмоток реле в *ом*	Номинальное напряжение постоянного тока в *в*	КДР-1 и КДР-3						
		Контактная система						
		1-2-1	1-7-1	17-17	17-7-17	17-97-17	17-97-97-17	17-97-97-97-17
		притяжение в *в* (не более)						
31	6	1,8	2,2	3,0	3,7	4,3	5,5	6,5
48	10	2,3	2,7	3,7	4,7	5,4	6,9	8,2
72	12	2,7	3,3	4,6	5,6	6,5	8,3	9,8
120	14	3,5	4,2	5,6	7,2	8,4	10,7	12,7
280	18	5,6	6,7	9,3	11,5	13,5	17,2	—
435	24	6,9	8,3	11,4	14,1	16,5	21,1	—
650	28	8,6	10,3	14,1	17,6	20,5	26,3	—
1 000	36	11,5	13,8	18,9	23,6	27,5	35,2	—
2 000	40	15,0	18,0	24,7	30,6	36,0	—	—
4 000	50	23,0	27,7	38,0	47,5	—	—	—

Примечание. Цифры 1-2-1, 17-7-17 и т. д. указывают индексы простейших контактных групп и их расположение по рядам.

Таблица 46

Характеристики реле типов КДР-1 и КДР-3

Номинальное сопротивление в *ом*	Проволока ПЭ (ПЭЛ) диаметр в *мм*	Проволока ПЭ (ПЭЛ) число витков	Рабочее напряжение в *в* нормальное	Рабочее напряжение в *в* кратковременное до 2 мин.	Рабочее напряжение в *в* кратковременное до 0,25 мин.	Сила тока в *ма* при напряжении 6 *в*	12 *в*	24 *в*	48 *в*	110 *в*	220 *в*	Ампер-витки при напряжении 6 *в*	12 *в*	24 *в*	48 *в*	110 *в*	220 *в*	Плотность тока в *а/мм²* при напряжении 6 *в*	12 *в*	24 *в*	48 *в*	110 *в*	220 *в*
0,275	1,25	275	—	—	—	В зависимости от последовательно включённого сопротивления																	
31	0,35	2 600	6	12	24	193	386	772	—	—	—	502	1 005	2 010	—	—	—	2,12	4,24	8,48	—	—	—
43	0,31	3 200	6,12	24	48	125	250	500	1 000	—	—	400	800	1 600	3 200	—	—	1,66	3,32	6,64	13,28	—	—
72	0,29	4 000	12	24	48	—	166,6	333	666	—	—	—	665	1 330	2 660	—	—	—	2,52	5,04	10,08	—	—
120	0,25	5 150	12	24	48	—	100	200	400	—	—	—	515	1 030	2 060	—	—	—	2,04	4,08	8,16	—	—
280	0,20	7 500	12; 48	24; 48	48; 110	—	42,8	85,6	171,2	393	—	—	322	644	1 288	2 950	—	—	1,36	2,72	5,44	12,5	—
435	0,18	9 500	24	48	110	—	—	55,2	110,4	253	—	—	—	525	1 050	2 400	—	—	—	2,17	4,34	9,93	—
650	0,16	11 400	24	48	110	—	—	37	74	170	—	—	—	422	844	2 340	—	—	—	1,85	3,7	8,5	—
2 000	0,12	20 000	48	110	220	—	—	—	24	55	110	—	—	—	480	1 100	2 200	—	—	—	2,2	4,86	9,72
4 000	0,10	26 000	48; 110	110	220	—	—	—	12	27,5	55	—	—	—	312	715	1 430	—	—	—	1,53	3,5	7
9 000	0,08	40 000	110	220	—	—	—	—	—	12,2	24,5	—	—	—	—	490	980	—	—	—	—	2,43	4,86
17 000	0,07	57 000	220	—	—	—	—	—	—	—	12,9	—	—	—	—	—	735	—	—	—	—	—	3,63

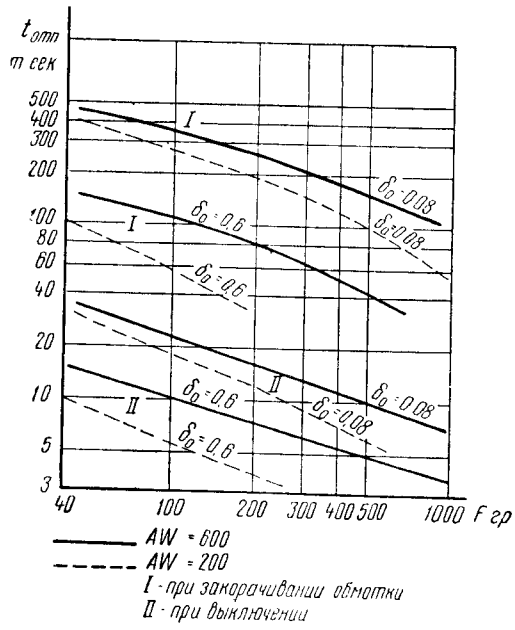
Таблица 47

Характеристики реле типов КДР-У и РКА

Номинальное сопротивление в *ом*	Проволока ПЭ (ПЭЛ) диаметр в *мм*	Проволока ПЭ (ПЭЛ) число витков	Рабочее напряжение в *в* нормальное	Рабочее напряжение в *в* кратковременное до 2 мин.	Рабочее напряжение в *в* кратковременное до 0,25 мин.	Сила тока в *ма* при напряжении 6 *в*	12 *в*	24 *в*	48 *в*	110 *в*	220 *в*	Ампер-витки при напряжении 6 *в*	12 *в*	24 *в*	48 *в*	110 *в*	220 *в*	Плотность тока в *а/мм²* при напряжении 6 *в*	12 *в*	24 *в*	48 *в*	110 *в*	220 *в*
9	0,47	1 260	6	12	24	665	1 330	2 660	—	—	—	840	1 680	3 360	—	—	—	3,84	7,68	15,36	—	—	—
17	0,38	1 550	6	12	24	353	706	1 412	—	—	—	547	1 094	2 188	—	—	—	3,2	6,4	12,8	—	—	—
38	0,31	2 300	12	24	48	—	316	632	1 264	—	—	—	726	1 452	2 904	—	—	—	4,2	8,4	16,8	—	—
70	0,27	3 050	12	24	48	—	171,5	343	686	—	—	—	523	1 046	2 092	—	—	—	3,0	6,0	12,0	—	—
136	0,23	4 250	12; 24	24; 48	48; 110	—	83,2	166,4	332,8	762	—	—	354	708	1 416	3 240	—	—	2,0	4,0	8,0	—	—
220	0,20	5 150	24	48	110	—	—	109	218	500	—	—	—	560	1 120	2 580	—	—	—	3,47	6,94	15,9	—
475	0,16	7 500	24	48	110	—	—	50,5	101	232	—	—	—	378	756	1 740	—	—	—	2,5	5,0	11,5	—
585	0,15	8 400	48	110	220	—	—	—	82	188	376	—	—	—	690	1 530	3 160	—	—	—	4,6	10,6	21,2
1 400	0,12	12 000	48	110	220	—	—	—	34,3	78,5	157	—	—	—	411	940	1 880	—	—	—	3,04	6,951	13,90
2 770	0,10	17 100	110	220	—	—	—	—	—	39,7	79,4	—	—	—	—	630	1 360	—	—	—	—	5,05	10,1
5 850	0,08	24 600	110	220	—	—	—	—	—	18,8	37,6	—	—	—	—	462	924	—	—	—	—	3,73	7,46
10 000	0,07	30 000	220	—	—	—	—	—	—	—	22	—	—	—	—	—	660	—	—	—	—	—	5,7
16 550	0,06	37 800	220	—	—	—	—	—	—	—	13,3	—	—	—	—	—	502	—	—	—	—	—	4,7

Реле ИР выпускают четырёх типов, указанных в табл. 49.

Магнитная система реле состоит из постоянного магнита из сплава «Альнико», магнитопровода из трансформаторной стали,



Фиг. 248. График зависимости времени отпускания якоря для реле КДР-1 (при номинальном напряжении)

полюсных наконечников и плоского стального якоря с бронзовыми наклёпами на нём.

Контактная система состонт из одного контакта на переключение, укреплённого на якоре. Контактный зазор не менее 0,75 *мм*. Контактное давление на тыловой контакт не менее 20 *г*, на фронтовой — не менее 10 *г*.

Магнитная система вместе с катушкой закреплена на литом бронзовом корпусе и заключена в цилиндрический стеклянный кожух диаметром 106 *мм* и высотой 195 *мм*.

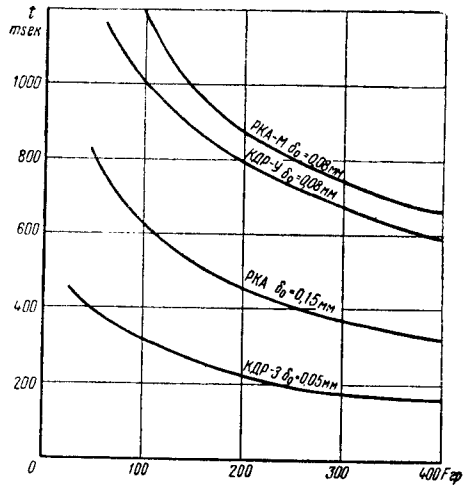
Данные катушек и характеристики указаны в табл. 49.

Таблица 48

Электрические характеристики реле открытого типа

Тип	Активное сопротивление обмоток в *ом*	Количество контактов	Полный подъём в *ма* не более	Отпускание в *ма* не менее
47094	680	6 *ф* — 2 *т*	55	8
3704-1	8	2 *ф*	175	25
47093	2×340	6 *ф* — 2 *т*	55*	8*

* Для одной катушки.



Фиг. 249. График зависимости времени отпускания якоря для реле КДР-3, КДР-У и РКА (при номинальном напряжении)

Пусковые контакторы

Пусковой контактор постоянного тока типа ПКП-1 служит для управления стрелочными электроприводами горочной централизации и приводами механического автостопа. Контактор имеет два якоря (заменяя этим два пусковых реле) с двумя парами контактов на каждом. Электрические характеристики: притяжение якоря не более 16 *в*; нормальная работа 24 *в*; сопротивление 58 *ом*. Размеры

Таблица 49

Характеристики импульсных поляризованных реле типа ИР

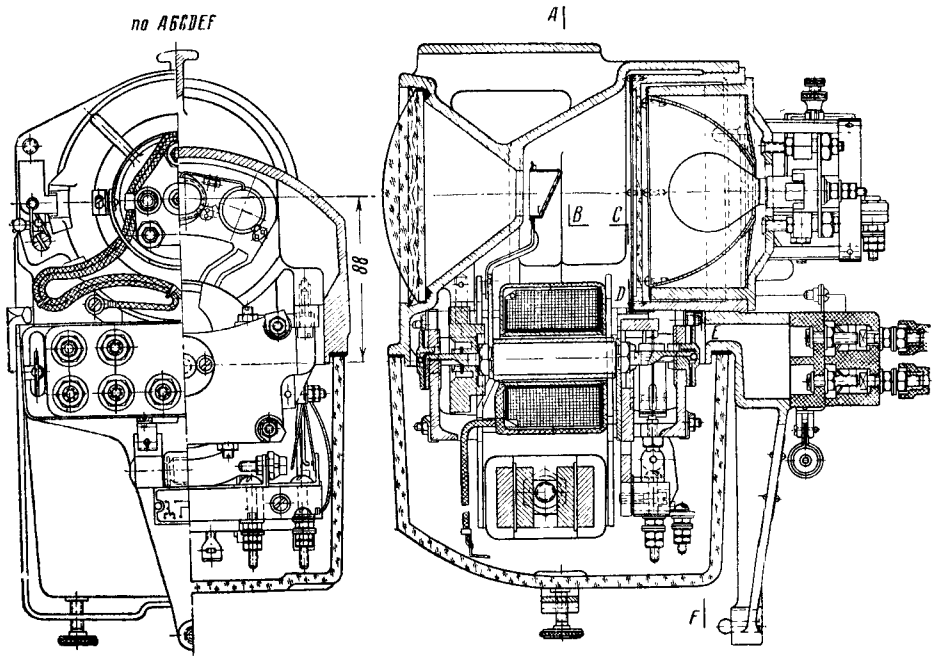
Тип реле	Сопротивление постоянному току в *ом*	Сила тока или напряжение		Обмотка		Назначение реле
		притяжения не более	отпускания не менее	провод	число витков	
ИР-1	0,3	230 *ма*	70 *ма*	ПЭ×1,0	200	Путевое в кодовых рельсовых цепях постоянного тока
ИР-2	110	3 *в*	1,5 *в*	ПЭ×0,25	3 800	То же, в кодовых рельсовых цепях переменного тока
ИР-3	0,15	325 *ма*	97 *ма*	ПЭ×1,2	160	То же, в кодовых рельсовых цепях постоянного тока
ИР-4	2 500	8,0 *в*	5,5 *в*	ПЭ×0,11	18 000	Вспомогательное при точечном автостопе

Примечание. Реле типа ИР-2 имеет купроксный выпрямитель, собранный по мостовой схеме, и работает от переменного тока.

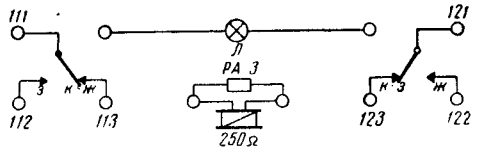
обмоток 4 600 × 0,44; время притяжения при 24 *в* — 0,25 сек. Контактная система рассчитана на размыкание цепей напряжением 110—220 *в*. Контактный зазор 10 *мм*. Вес 5,75 *кг*.

Сигнальный механизм (реле) прожекторного светофора ПС-45

Сигнальный механизм ПС-45 показан на фиг. 250. Магнитная система состоит из постоянного магнита и якоря с катушкой и противовесами внутри него. Положение якоря фиксируется противовесами. Якорь несёт на себе рамку со светофильтрами. Среднее положение якоря соответствует красному светофильтру на пути светового потока. В зависимости от направления тока в катушке якорь, взаимодействуя с постоянным магнитом, может поворачиваться в обоих направлениях.



Фиг. 250. Сигнальный механизм ПС-45



Фиг. 251. Схема контактов и обмоток ПС-45

Воздушный зазор между башмаками магнитной системы и якоря не менее 1 *мм*. Схема контактов и обмотки показана на фиг. 251.

Контакты, замкнутые при среднем положении рамки (тыловые), серебро — серебро, сопротивление не выше 0,04 *ом*. Контакты, замкнутые при крайних положениях рамки (фронтовые), серебро — уголь, сопротивление не выше 0,2 *ом*. Контактное нажатие не менее 30 *г*. Сила тока через контакты допускается до 2*а*.

Электрические характеристики: сопротивление обмоток 250 ± 10% *ом*; подъём не более 6,3 *в*; отпускание не менее 2,4 *в*; разница между напряжением для перемещения якоря вправо и влево не должна быть более 0,38 *в*.

РЕЛЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Реле типов КНР и СНР

Реле КНР (купроксное нейтральное реле) выпускали до 1941 г. типов: КНР-1 и КНР-2. После 1945 г. выпускаются реле типа СНР-5.

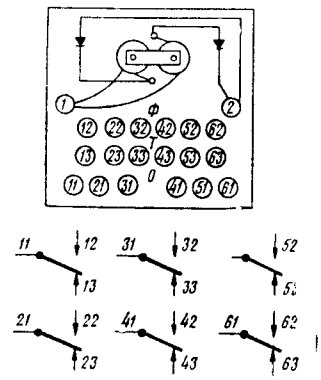
КНР-1 — реле типа НР-1, 6-контактное 110 *ом* с отдельной приставкой типа РТВ (релейный трансформатор-выпрямитель).

КНР-2 — реле типа НР-1, 6-контактное 1 000 *ом* с купроксными столбиками, смонтированными на плате реле. Схема включения столбиков приведена на фиг. 252.

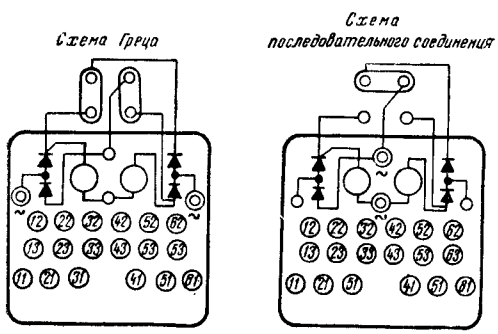
СНР-5 — реле типа НР-1, 6-контактное 1 000 *ом* с селеновыми столбиками, смонтированными на плате реле. Переключением на клеммах схема включения столбиков может изменяться со схемы Греца на последовательную (одиополупериодную) схему, применённую в реле КНР-2. Включение обмоток реле показано на фиг. 253.

Реле КНР-1, КНР-2 и СНР-5 предназначены для работы в качестве путевых реле в рельсовых цепях при установке их на посту. Включаются через повышающий ре-

лейный трансформатор. Могут использоваться как вспомогательные реле в цепях переменного тока. Характеристики приведены в табл. 50.



Фиг. 252. Схема реле КНР-2

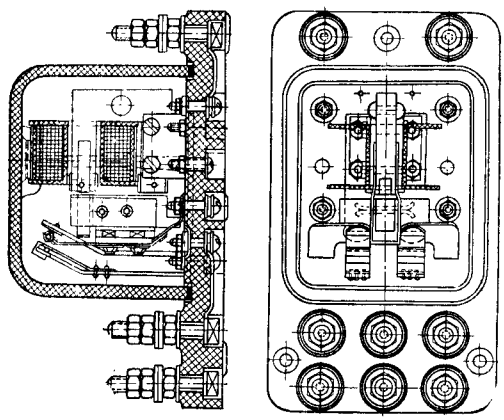


Фиг. 253. Схема реле СНР-5

Реле типов АР, АРЭ и УНР-3

Реле АР (аварийное реле) и АРЭ (аварийное реле электрической централизации) показаны на фиг. 254. Имеются реле типов АР-1 и АРЭ-2

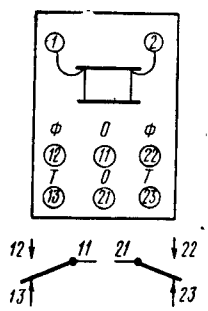
Магнитная система выполнена из листовой трансформаторной стали с тяжёлым якорем. В конце сердечника заложены медные короткозамкнутые кольца.



Фиг. 254. Реле АР и АРЭ

Индуктированный в них ток, будучи сдвинут по фазе относительно тока в обмотке реле, создаёт магнитный поток, удерживающий якорь в моменты нулевого значения тока в обмотке. Этим устраняется дребезжание и создаётся плотное притяжение якоря. Воздушный зазор — от 0,1 до 0,4 *мм*.

Контактные пружины медные, жёсткие с серебряными наконечниками. Контактный зазор не менее 1,6 *мм*. Нажатие для фронтовых контактов не менее 50 *г* и для тыловых контактов 25 *г*. Сила тока через контакты не более 4 *а* при безиндукционной нагрузке. Сопротивление контактов не более 0,3 *ом*. Характеристики приведены в табл. 51, рас-



Фиг. 255. Схема контактов реле АР

Таблица 50

Характеристики реле типов КНР и СНР

Тип реле	Количество контактов	Активное сопротивление обмоток в *ом*	Характеристика на переменном токе				Характеристика полного подъёма со стороны первичной обмотки релейного трансформатора			
			отпускание в *в* не менее	полный подъём в *в* не более	полный подъём в *ма* не более	перегрузка в *в*	при РТ		при РТЭ	
							в	*а*	*в*	*а*
КНР-1 (с РТВ)	6 *ф*—6 *т*	110	30	80	7	150	—	—	—	—
КНР-2	6 *ф*—6 *т*	1 000	30	60	25	150	1,54	1,26	0,7	2,9
СНР-5 (последовательное включение) . . .	6 *ф*—6 *т*	1 000	30	60	25	150	1,54	1,26	0,7	2,9
СНР-5 (мостовая схема)	6 *ф*—6 *т*	1 000	11	22	15	150	—	—	—	—

Примечание. Характеристика купроксных и селеновых столбиков для реле типов КНР-2 и СНР-5 должна быть: прямой ток при 12 *в* не менее 7 *ма* и обратный ток при 110 *в* не более 2 *ма*.

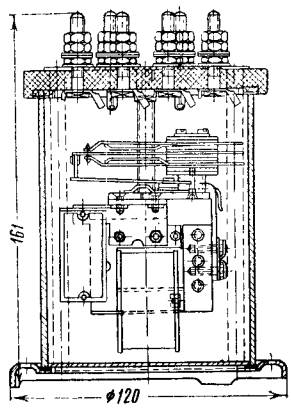
положение и нумерация контактов приведены на фиг. 255. Размеры реле 92 ×91 ×163 *мм* Вес 1,2 *кг*.

Таблица 51

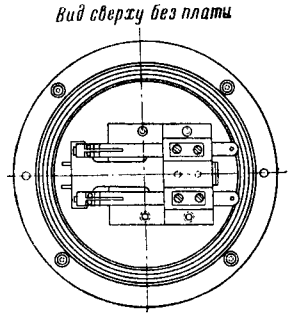
Характеристики реле типа АР

Тип реле	Количество контактов	Активное сопротивление обмотки в *ом*	Полный подъём в *в* не более	Отпускание в *в* не менее	Сопротивление переменному току при притянутом якоре в *ом*	Обмотки в *мм*
АР-1	2 *ф*—2 *т*	2,65	9,5	5	27—30	500×0,59
АРЭ-2	2 *ф*—2 *т*	76	55	20	800—1 200	2 600×0,25

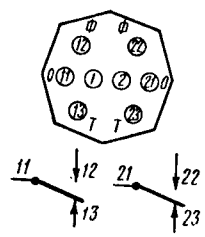
Основное назначение АР-1 — переключение питания сигналов автоблокировки с переменного тока на постоянный (аварийное питание).



Вид сверху без платы



Фиг. 256. Реле УНР-3



Фиг. 257. Схема контактов реле УНР-3

Основное назначение АРЭ-2 — огневое реле в электрической централизации. Реле включается последовательно с трансформатором СТ, нагруженным лампой 12 *в*, 15 *вт*.

Реле УНР-3 (унифицированное реле) показано на фиг. 256. Магнитная система по принципу устройства аналогична реле АР; реле имеет тяжёлый якорь и медные короткозамкнутые кольца; контактная система — типа реле КДР.

Характеристики приведены в табл. 52.

Реле работает от постоянного и переменного тока. Предназначено для использования в качестве огневого реле. Включается последовательно со светофорной лампой 12 *в*, 15 *вт*. Схема контактов показана на фиг 257.

Таблица 52

Характеристики реле УНР-3

Количество контактов	Активное сопротивление обмоток в *ом*	Полный подъём в *в* не более	Отпускание в *в* не менее	Сопротивление переменному току при притяжении якоря в *ом*	Обмотки в *мм*
1 *ф*—1 *т*	0,19	0,85	0,07	2,2	150×1,25
2 *ф*—2 *т*	0,26	0,85	0,07	—	175×1,16

ИНДУКЦИОННЫЕ РЕЛЕ И ТРАНСМИТТЕРЫ

Некоторые зависимости

В устройствах железнодорожной сигнализации находят применение два типа индукционных реле: с двумя магнитными системами (двухэлементные реле) и с одной магнитной системой с расщеплённым магнитным потоком (одноэлементные дисковые реле). Кроме того, индукционными приборами являются трансмиттеры переменного тока, применяемые в локомотивной сигнализации.

В двухэлементных секторных реле (ДСР) магнитный поток местной обмотки создаёт в секторе вихревые токи, которые, взаимодействуя с магнитным потоком путевой (линейной) обмотки, вращают сектор. Направление вращения сектора зависит от фазового соотношения между токами местной и путевой обмоток. Изменение фазы на 180° (переключение концов одной обмотки) вызывает обратное вращение сектора.

Вращающий момент сектора

$$M = kf\,\Phi_1\Phi_2 \sin\alpha,$$

где k — коэфициент, зависящий от конструкции реле,
f — частота;
Φ_1, Φ_2 — магнитные потоки обеих обмоток;
α — угол сдвига фаз между магнитными потоками (или токами);

или

$$M = C\,\frac{1}{f}\,U_м U_п \cos(\varphi_{ид} - \varphi_ф),$$

где $U_м$ — напряжение местной обмотки;
$U_п$ — напряжение путевой обмотки;
$\varphi_{ид}$ — угол между $U_м$ и $U_п$, соответствующий идеальному фазовому соотношению;
$\varphi_ф$ — фактический угол между $U_м$ и $U_п$;
C — коэфициент, зависящий от конструкции реле.

При отклонении фактического угла от идеального $\varphi_{ид} - \varphi_ф = \Delta\varphi$ напряжение подъёма реле

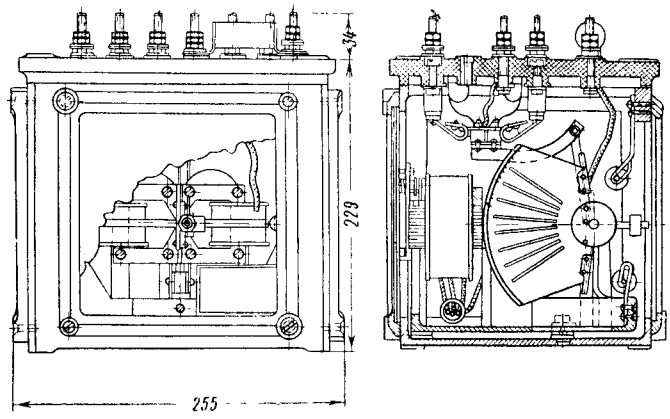
$$U_п = \frac{U_{нп}}{\cos\Delta\varphi},$$

где $U_{нп}$ — номинальное напряжение подъёма сектора реле.

Реле типа ДСР

Реле типа ДСР (двухэлементное секторное реле) показано на фиг. 258; оно выпускается 11 типов (от ДСР-1 до ДСР-11).

Реле имеет две самостоятельные магнитные системы. Магнитная система местной обмотки состоит из двух отдельных сердечников из листовой трансформаторной стали, расположенных вертикально и несущих на себе две катушки местной обмотки. Путевая (или линейная) магнитная система состоит из одного сердечника, расположенного горизонтально, с двумя катушками путевой (или линейной) обмотки. В воздушных зазорах магнитных систем вращается алюминиевый сектор.



Фиг. 258. Реле ДСР. Сектор и контакты показаны в среднем промежуточном положении

Воздушный зазор между полюсами не менее 1,8 *мм*; зазоры между сектором и полюсами не менее 0,5 *мм*.

У реле ДСР-1 и ДСР-5 для получения необходимого фазового соотношения последовательно с местной обмоткой включается активное сопротивление, а путевой сердечник имеет дополнительную обмотку, замкнутую на конденсатор. Последний защищается от перенапряжений разрядником типа РА-3.

Контактные пружины из фосфористой бронзы с серебряными наконечниками. Неподвижные контакты угольные. Контактный зазор не менее 1,5 *мм*.

Люфт контактной системы вдоль оси в пределах 0,6—0,8 *мм*. Контактное нажатие: для фронтовых контактов не менее 16—20 *г*; для тыловых 10—15 *г*. Сопротивление контактов не более 0,5 *ом*.

В табл. 53 приведены электрические характеристики и другие данные по реле Расположение контактов показано на фиг. 259 и 260.

Характеристики применяемых на сети двухэлементных путевых реле типа МОД-15 приведены в табл. 54. По предъявляемым техническим требованиям реле аналогичны ДСР.

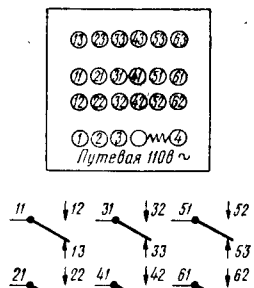
КОДОВЫЕ ТРАНСМИТТЕРЫ

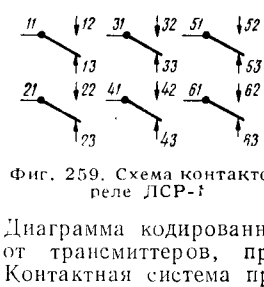
Кодовый путевой трансмиттер переменного тока — датчик числового кода в локомотивной сигнализации и кодовой автоблокировке. Выпускаются типы КПТ-5 (фиг. 261) и КПТ-7.

Мотор трансмиттеров асинхроный, с двухфазной обмоткой статора и короткозамкнутым ротором. Применение конденсатора ёмкостью 6 *мкф* (см. схему включения мотора на фиг. 262) вызывает два сдвинутых по фазе магнитных потока статора (расщепление фазы), создающих вращающий момент.

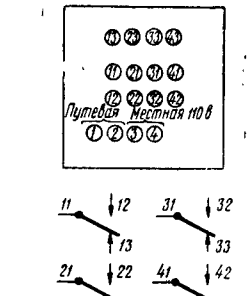
Характеристика мотора: напряжение — 110 *в*, сила тока—не более 0,15 *а*, мощность—16,5 *вт*, $\cos\varphi \approx 1$; число оборотов в минуту—970, активное сопротивление обмоток: *I* — 170 *ом* и *II* — 340 *ом*. Обмотки *I* — 12×220×0,56 *мм*, *II* — 12×270×0,18 *мм*. Время разбега мотора не более 0,35 сек.

В КПТ-5 через червячный редуктор с отношением 1 : 26 мотор вращает 3 кулачковые шайбы, действующие на контакты. Схема контактной системы приведена на фиг. 262.





Фиг. 259. Схема контактов реле ДСР-1

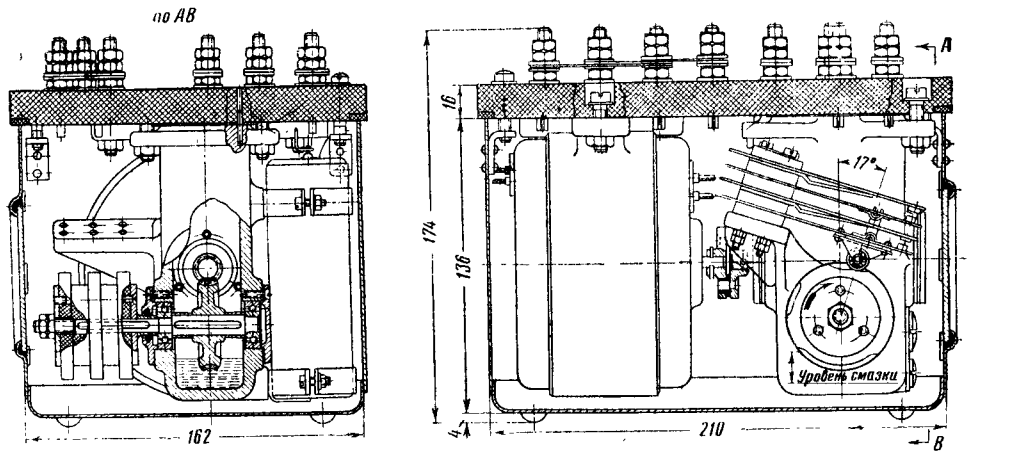




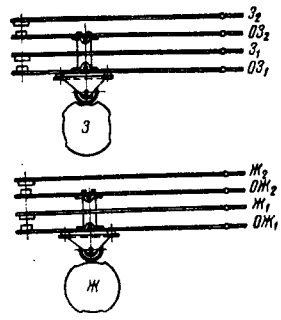
Фиг. 260. Схема контактов реле ДСР-3

Диаграмма кодированного тока, получаемого от трансмиттеров, приведена на фиг. 263. Контактная система предназначена для размыкания цепи трансмиттерного реле. Контактная пара—серебро—серебро. Контактное нажатие не менее 25 *г*. Сопротивление контакта не более 0,03 *ом*.

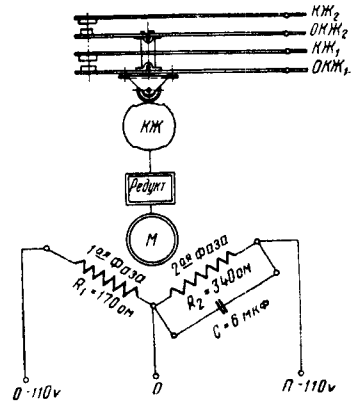
Трансмиттеры типа КПТ-7 отличаются от трансмиттеров типа КПТ-5 циклом кода, получаемого за счёт применения редуктора с другим отношением передачи.

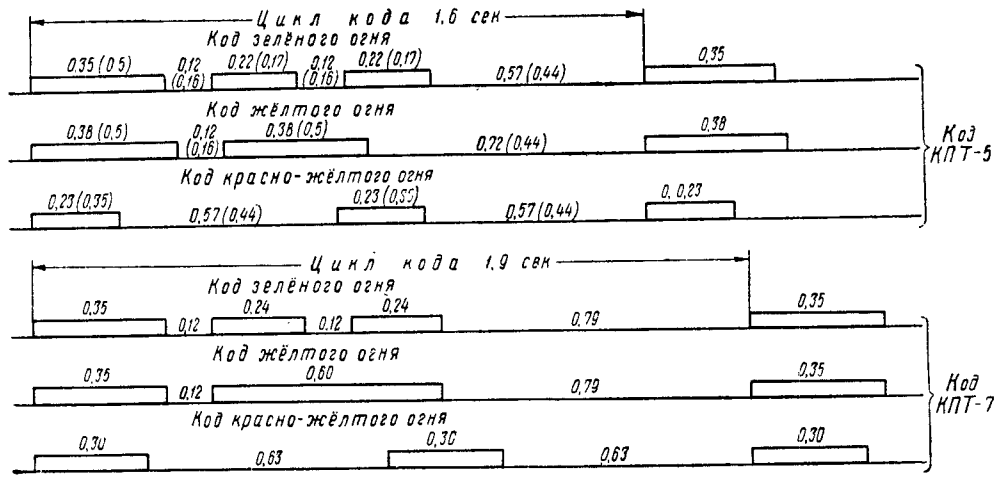


Фиг. 261. Трансмиттер КПТ-5



Фиг. 262. Схема контактной системы





Фиг. 263. Диаграмма кодированного тока трансмиттеров КПТ. Время указано в секундах. В скобках указаны длины импульсов и интервалов для КПТ-5 выпуска 1948—1950 гг.

Таблица 53

Характеристики реле типа ДСР

Тип реле	Число контактов	Путевой (линейный) элемент: прямой подъём не более, *в*	прямой подъём не более, *а*	полный подъём не более, *в*	полный подъём не более, *а*	Обмотка *I* обм./*II* обм.	активное сопротивление в *ом*	Идеальное фазовое соотношение: путевое напряжение отстаёт от местного (в градусах)	путевой ток отстаёт от местного напряжения (в градусах)	Добавочное сопротивление в местной обмотке в *ом*	Назначение реле
ДСР- 1 . . .	6 *ф*—6 *т*	0,18	0,65	0,29	0,90	$\frac{2\times2\times13\times1,62}{2\times1\,800\times0,31}$	2×0,016	65	30±10	50	Путевое в длинных рельсовых цепях
ДСР- 2 . . .	6 *ф*—6 *т*	40	0,025	65	0,04	2×1 000×0,35	2×26	97	—	1 500	Линейное
ДСР- 3 . . .	4 *ф*—4 *т*	0,37	0,29	0,57	0,47	2×45×2,1	2×0,05	97	162±10	—	Путевое в коротких рельсовых цепях
ДСР- 4 . . .	5 *ф*—5 *т*—1 *с*	45	0,035	100	0,09	2×1 000×0,35	2×26	97	—	1 000	Линейное
ДСР- 5 . . .	6 *ф*—6 *т*	0,18	0,65	0,29	0,90	$\frac{2\times2\times13\times1,62}{2\times1\,800\times0,31}$	2×0,016	65	30±10	50	Путевое
ДСР- 6 . . .	6 *ф*—6 *т*	50	0,025	75	0,045	2×1 000×0,35	2×26	97	—	1 500	Линейное
ДСР- 7 . . .	6 *ф*—6 *т*	0,2	0,8	0,3	1,3	2×18×2,4	2×0,04	270	336±10	—	Путевое
ДСР- 8 . . .	4 *ф*—4 *т*	0,2	0,8	0,3	1,3	2×18×2,4	2×0,04	270	336±10	—	»
ДСР- 9 . . .	6 *ф*—6 *т*	0,5	0,45	0,7	0,58	2×45×2,1	2×0,05	97	162±10	—	»
ДСР-10 . . .	6 *ф*—6 *т*	0,6	0,56	0,85	0,75	2×45×2,1	2×0,05	97	162±10	—	»
ДСР-11 . . .	6 *ф*—4 *т*	0,3	0,28	0,4	0,44	2×41×2,26	2×0,045	85	170±10	—	»
ДСР-3а . . .	4 *ф*—4 *т*	0,17	0,68	0,28	0,94	2×45×2,1 (параллельно)	0,05:2	97	162±10	—	»

Примечания. 1. Напряжения и токи подъёма указаны для идеального фазового соотношения и частоты 50 *гц*.

2. Данные местных обмоток: 110 *в*, 0,5 *а*, кроме ДСР-11, для которого установлены 110 *в*, 1,25 *а*. Данные катушек: ДСР-1 и ДСР-5 — 2×800×0,44; ДСР-11 — 2×580×0,86 и остальные — 2×875×0,64.

3. ДСР-1 и ДСР-5 имеют конденсатор (включённый в дополнительную обмотку), ёмкостью 1,86 *мкф*.

4. Отпускание сектора для всех реле не менее 90% величины прямого подъёма и не менее 50% величины полного подъёма.

5. Напряжение нормальной работы реле ДСР-2, ДСР-4 и ДСР-6—110 *в*.

Таблица 54

Характеристики реле типа МОД-15

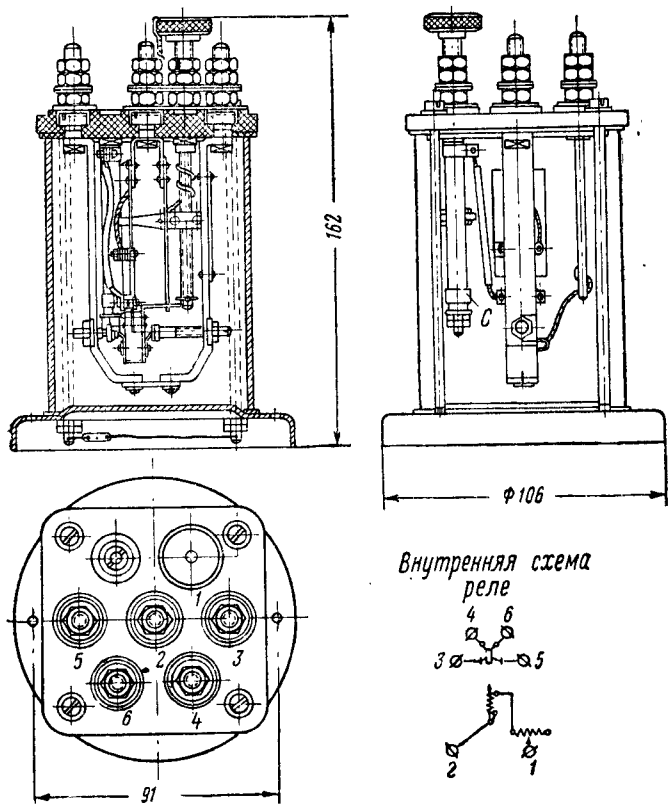
Тип реле	Число контактов	Местный элемент: *в*	*а*	Путевой элемент: прямой подъём не более, *в*	прямой подъём не более, *а*	полный подъём не более, *в*	полный подъём не более, *а*	Идеальное фазовое соотношение: путевое напряжение отстаёт от местного (в градусах)	путевой ток отстаёт от местного напряжения (в градусах)	Назначение реле
МОД-15 .	4 *ф*—2 *т*	110	0,4	0,12	0,45	0,22	0,82	97	162	Путевое
МОД-15 .	4 *ф*—2 *т*	110	0,2	0,48	0,40	0,77	0,65	97	162	Дополнительное путевое

Примечание. Отпускание 90% прямого подъёма. Размеры 250×220×260 *мм*.

ТЕРМИЧЕСКИЕ РЕЛЕ

Работа термических реле основана на свойстве деформирования биметаллической пластинки при нагревании её электрическим током вследствие различных коэфициентов линейного расширения составляющих её металлов. Реле используют для создания замедления в пределах нескольких минут.

Маршрутное термическое реле (МТР-1) показано на фиг. 264. Стрелочное термическое реле (СТР-1) отличается от него лишь схемой контактов и данными обмоток, имея такие же габариты и внешний вид. Время срабатывания регулируется изменением силы тока посредством перемещения движка реостата.



Фиг. 264. Реле МТР-1

Биметаллическая пластинка—инвар—сталь 0,4 *мм* с обмоткой из нихрома 0,6 *мм*. Нажатие контакта не менее 12 *г* для МТР и 20 *г* для СТР.

Контактная пара — серебро — серебро. Сопротивление контакта не более 0,05 *ом*.

Характеристики приведены в табл. 55.

Вес реле 0,5 *кг*.

Реле типа СТР-1 используется в рабочей цепи стрелочного привода, выключая управляющую цепь при длительной работе привода на фрикцию. Реле типа МТР-1 используется в схемах искусственного размыкания маршрутов с выдержкой временн.

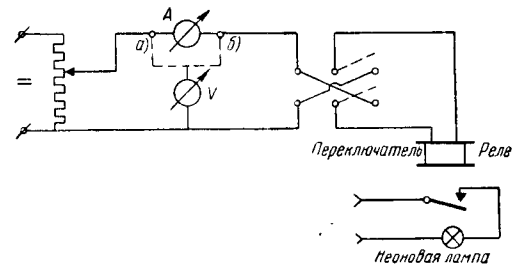
Таблица 55

Характеристики термических реле

Тип реле	Активное сопротивление обмотки включённого реостата в *ом*	Количество контактов	Время срабатывания в мин.		
			при 10,8 *в* не более	при 12 *в* не менее	при 13 *в* не менее
МТР-1 . .	От 11,7 до 47,3	1 *ф*— 1 *т*	5,5	3,0	2,5
СТР-1. . .	Не более 0,4	1 *т*	25±5 сек. при токе 8 *а*		

ИСПЫТАНИЯ РЕЛЕ

Проверка электрических характеристик электромагнитных реле производится по схеме фнг. 265 при помощи вольтметра и амперметра. Установив силу тока в катушках реле, равную силе тока перегрузки, плавно уменьшают ток до размыкания фронтовых контактов. Измеренную при этом величину принимают за ток (напряжение) отпускания якоря. Оборвав цепь на 1—2 сек., постепенно увеличивают ток, пока не замкнутся фронтовые контакты. Измеренную величину принимают за ток (или напряжение) прямого подъёма. Увеличивая ток, пока якорь не дойдёт до упора, фиксируют ток (напряжение) полного подъёма. Увеличив ток до тока перегрузки, уменьшают его до нуля, меняют полярность и определяют ток (напряжение) прямого подъёма при изменённой полярности. Измеренная величина не должна превышать измеренную ранее (при прямой полярности) более чем на 25%.



Фиг. 265. Схема испытания электромагнитного реле. Для реле, нормируемых по напряжению, вольтметр *v* включать к точке *б*. Для реле, нормируемых по силе тока, вольтметр включать к точке *а*

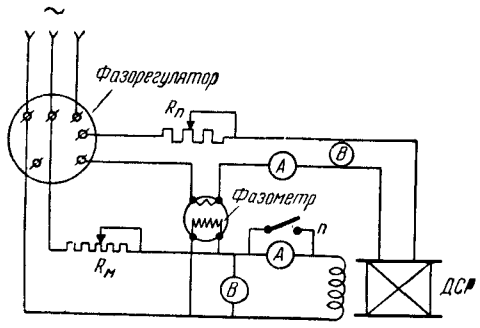
При измерении тока подъёма обратной полярности реле типов КР и СКР фиксируют напряжение перебрасывания поляризованного якоря.

При испытании реле СКР проверяют работу самоудерживающей арматуры,—при быстрой смене полярности нейтральный якорь не должен отпадать.

Реле переменного тока с выпрямительными столбикамн (КНР и СНР) испытывают аналогично испытанию СКР, но без перемены полярности, — приложением переменного тока частотой 50 *гц*.

Электрические характеристики огневых реле (УНР-3, АРЭ-2) снимают включением по схеме их нормальной работы последовательно с сигнальной цепью.

Электрические характеристики индукционных реле (ДСР) снимают по схемефиг. 266 с применением вольт-



Фиг. 266. Схема испытания реле ДСР

метра, амперметра, фазорегулятора и фазометра (фазорегулятор может быть заменён схемой индуктивности и активного сопротивления). Достигнув напряжения 110 *в* на местной обмотке, фазорегулятором устанавливают идеальный угол сдвига фаз между током путевой и напряжением местной обмоток. Увеличивая напряжение на путевой обмотке, фиксируют момент замыкания контактов, соответствующий напряжению прямого подъёма, и момент касания сектором ролика, соответствующий напряжению полного подъёма. Уменьшая напряжение, фиксируют момент размыкания контактов, соответствующий напряжению отпускания сектора.

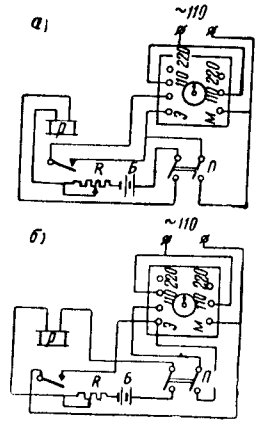
Переходное сопротивление контактов определяют постоянным током методом вольтметра и амперметра при силе тока 0,5 *а*. За величину сопротивления принимается среднее арифметическое из трёх отсчётов. Между отсчётами положение якоря изменяется.

Нажатие контактов измеряют граммометром при ремонте и регулировке реле.

Время срабатывания определяют таймером или циклографом. Таймер включается по схеме, изображённой на фиг. 267.

Измерение производится при номинальных значениях напряжения (силы тока), а для двухэлементных реле — и фазового соотношения.

Прочность изоляции токоведущих частей реле по отношению к другим металлическим частям реле проверяют приложением практически синусоидального напряжения 3 000 *в* в течение 1 мин.



Фиг. 267. Схема включения таймера: *а*—определение времени срабатывания; *б*—определение времени отпускания

Мощность испытательного трансформатора должна быть не менее 0,5 *ква*. Для реле типов КДР, РКА, УНР, АР, контактора ПКП-1 и столбика КНР и СНР испытательное напряжение 1 000 *в*. Для реле СКР испытательное напряжение для изоляции между первичной и вторичной обмотками катушек нейтральной арматуры и между обмотками катушек и сердечниками самоудерживающей арматуры — 1 000 *в*.

Все указанные испытания производят на заводе при выпуске реле, а также один раз в 3 года в эксплоатационных условиях. При этом производятся необходимый ремонт, чистка и регулировка контактов с доведением всех характеристик реле до требуемых нормами.

Приводимые ниже испытания реле производят на заводе, как типовые испытания новых видов реле, а также при изменении конструкций и материалов.

Прочность контактов и механической части реле проверяют включением реле на длительную работу в схеме пульс-пары. Общее число включений, их частота, сила тока и напряжение на контактах указаны в табл. 56. При этом контакты не должны разрушаться и сопротивление их после испытания не должно превышать величин, указанных в таблицах. Электрические характеристики реле после испытания должны остаться в норме.

Нагревание контактов и литц, измеренное термопарой при пропускании через них тока, не должно превосходить температур, указанных в табл. 57.

Активное сопротивление обмотки проверяется для каждого реле постоянного тока при выпуске с завода и должно соответствовать номинальному с допуском $\pm 10\%$ при сопротивлении обмотки более 5 *ом* и с допуском $\pm 5\%$ при сопротивлении обмотки менее 5 *ом*. Сопротивление измеряется при $+20^\circ$ С или пересчитывается на указанную температуру.

Таблица 56

Испытание контактов реле

Тип реле	Общее число включений	Число включений в минуту	Контактная нагрузка: сила тока в *а*	Контактная нагрузка: напряжение в *в*	Сопротивление контактов после испытания в *ом*
НР (нормально действующее), КР, СКР	100 000	15—20	3	12	0,3 (0,4)*
НР (медленно действующее) . .	50 000	15—20	3	12	0,3 (0,4)*
НПР	100 000	15—20	10 9	50** 220	
КДР, УНР .	2 000 000	40—50	1	24	0,03
РКА	1 000 000	50—75	0,5	50	0,06
СТР, МТР . .	1 000	—	0,2	24	0,1
АР	1 000	—	4	12	—
АРЭ	50 000	15—20	4	12	—
ДСР	50 000	15—20	3	12	1,0
ПС-45	100 000	15—20	2	12	0,3

* Сопротивление указано для фронтовых контактов. Значение 0,3 *ом* соответствует контактам с серебряным наполнением, 0,4 *ом* — угольным контактам.

** 10 *а*, 50 *в* — при включении двух контактов параллельно; 9 *а*, 220 *в* — при включении двух контактов параллельно и двух последовательно. Все данные — при моторной нагрузке.

Таблица 57

Нагревание контактов и литц

Тип реле	Сила тока в *а*	Время в мин.	Температура контактов и литц в °С
НР, КР, СКР, ДСР	3,0	15	100
НПР	10 через 2 контакта	5	120
КДР, РКА, УНР	5,0	15	110
АР	6,5	Не ограничено	100
СТР, МТР . .	1,0	То же	100

НОВЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ РЕЛЕ СЦБ

Для упрощения и создания единой системы обозначений реле СЦБ с 1951 г. применяется следующая система обозначений.

Условное обозначение (номенклатура) реле составляется из трёх частей.

Первая часть (литерная) для всех реле указывает их основную конструкцию, как, например:

НР — нейтральное реле;
НПР — нейтральное пусковое реле;
ИР — импульсное реле;
КР — комбинированное реле;
НВР — нейтральное реле с выпрямителем;
ИВР — импульсное реле с выпрямителем;
КДР — кодовое реле.

Вторая часть (цифровая) пишется слитно с первой:

1. Для реле *НР* шестиконтактных присваивается цифровой индекс — *1*, а для реле четырёхконтактных — индекс *2*, двухконтактных — индекс *3*.

2. Реле *НПР* в зависимости от разновидности их контактных систем присваивается также порядковый цифровой индекс — *1*, *2*, *3* или *4*.

3. Реле *КР* также соответственно разновидности набору контактов получает индекс — *1*, *2*, *3* или *4*.

4. Для реле кодового типа цифровой индекс показывает разновидность конструкции магнитной системы:

а) кодовое реле с полукруглым якорем (б. *КДР-1*) получает индекс *1*;

б) кодовое реле с удлинённым полукруглым якорем (б. *КДР-2*) — индекс *2*;

в) кодовое реле нормального типа с разветвлённой магнитной системой и прямоугольным якорем (б. *КДР-3*), — индекс *3*;

г) то же усиленного типа (б. *КДР-У*) — индекс *4*;

д) то же с бронзовым наклёпом на ярме и с регулировочной пробкой (б. *РКА*) — индекс *5*;

е) то же без пробки — индекс *6*;

ж) кодовые реле, помещённые в отдельный кожух (*УНР-1*, *УНР-2*), получают индекс *У*, который ставится перед названием реле (*УКДР*).

Третья часть номенклатуры отделяется от двух первых с помощью тире и указывает общее сопротивление обмоток, включаемых последовательно.

При параллельном включении обмоток добавляется индекс *П*.

Обмотки разного сопротивления указываются дробью.

Буквой *М* после цифры указывается наличие медной гильзы катушки.

Наличие вместо катушки медной гильзы или большого набора медных шайб указывается второй буквой *М* рядом с первой.

Наличие клапанного выпрямителя параллельно одной из катушек указывается буквой *В* после цифры сопротивления катушки.

Для кодовых реле контактная система, сопротивление обмотки и другие данные не отражаются в номенклатуре, а указываются дополнительно в спецификациях по существующему шифру.

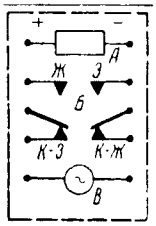
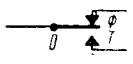
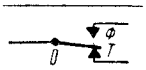
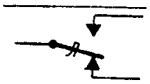
Наличие усиленных контактов у кодовых (трансмиттерных) реле отмечается буквой *Т* вместо цифры, указывающей разновидность магнитной системы.

Реле *ДСР*, *АР* и *УНР-3* сохраняют существующие обозначения.

Ниже приводятся старые и новые условные обозначения основных типов реле.

Таблица 58

Условные обозначения, применяемые в схемах рельсовых цепей, автоблокировки, автостопов и централизации стрелок

Обозначения	Наименование
	Реле нейтральное (постоянного тока) нормально действующее
	То же медленно действующее
	Реле переменного тока одноэлементное
	То же двухэлементное
	Реле постоянного и переменного тока
	Реле нейтральное кодового типа нормально действующее
	То же медленно действующее
	Реле комбиннрованное или поляризованное постоянного тока
	То же с самоудерживанием
	Поляризованный сигнальный механизм прожекторного светофора (*А*—реле; *Б*—контактная система и *В*—лампа)
	Контакт нейтрального реле (якорь притянут): *О*—осевой; *Ф*—фронтовой; *Т*—тыловой; контакт нейтрального реле (якорь отпущен)
	
	Контакт поляризованного якоря реле: *О*—осевой; *Н*—нормальный; *П*—переведённый
	Контакт рукоятки пульта управления (переключается при повороте рукоятки влево)
	Светофор линзовый трёхзначный
	Светофор прожекторный трёхзначный
	Изолирующий стык
	Разрядник

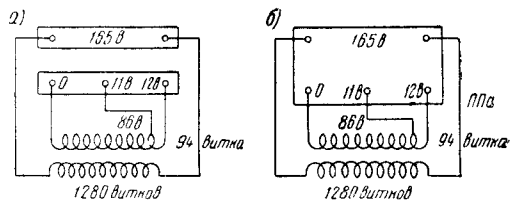
Условные обозначения реле СЦБ

Старое обозначение	Новое обозначение
НР-1, 4 *фт*, 2 *ом*	*НР2*-2
НР-1, 4 *фт*, 1 000 *ом*	*НР2*-1 000
НР-1, 4 *фт*, 900 *ом*	*НР2*-900
НР-11, 4 *фт*, 0,6/450 *ом*	*НР2*-0,6/450 *МВ*
НР-12, 4 *фт*, 100/10 000 *ом*	*НР2*-100/10 000 *М*
НР-13, 4 *фт*, 40 *ом*	*НР2*-40
НР-1, 6 *фт*, 2 *ом*	*НР1*—2
НР-1, 6 *фт*, 1 000 *ом*	*НР1*-1 000
НР-1, 6 *фт*, 400 *ом*	*НР1*-400
НР-3, 2 *фт*, 1 000 *ом*	*НР3*-1 000
НПР-1, 2 *фт*, 4 *фу*,150 *ом*	*НПР1*-150 *П*
НПР-2, 2 *фт*, 2 *фу*, 2 *ту*, 150 *ом*	*НПР2*-150 *П*
НПР3-3, 2 *фт*, 2 *фу*, 2 *ту*, 150/300 *ом*	*НПР3*-150/300
НПР-4 4 *фт*, 2 *фу*, 2 *ту*, 150/300 *ом*	*НПР4*-150/300
КР-1, 4 *фт*, 2 *нп*, 24 *ом*	*КР1*-24
КР-1, 4 *фт*, 2 *нп*, 600 *ом*	*КР1*-600
КР-2, 6 *фт*, 4 *нп*, 600 *ом*	*КР2*-600
КР-3, 4 *фт*, 4 *нп*, 24 *ом*	*КР3*-24
КР-4, 2 *фт*, 2 *нп*, 5 *ом*	*КР4*-5
СКР-1, 4 *фт*, 2 *нп*, 270 *ом*	*КСР1*-270
КПР-1, 2 *фт*, 2 *у*, 4 *нп*, 1 000 *ом*	*КПР1*-1 000
СНР-5, 6 *фт*, 1 000 *ом*	*НВР5*-1 000
КДР-1, 31 *ом*	*КДР1*-31
КДР-2, 72 *ом*	*КДР2*-72
КДР-3, 48 *ом*	*КДР3*-48 *М*
КДР-У, 72 *ом*	*КДР4*-72 *М*
РКА	*КДР5*-220 *М*
ИР-1, 0,3 *ом*	*ИР1*-0,3
ИР-2, 110 *ом*	*ИВР1*-110
ИР-3, 0,15 *ом*	*ИР1*-0,15
ИР-4, 2 500 *ом*	*ИР1*-2 500
УНР-1, 280 *ом*	*УКДР1*-280
УНР-2, 280 *ом*	*УКДР3*-280

ТРАНСФОРМАТОРЫ

Характеристики

Характеристики обмоток низковольтных трансформаторов, применяемых в устройствах автоблокировки, электрической централизации и локомотивной сигнализации, приведены в табл. 59. Размеры и вес приведены в табл. 60. Схемы обмоток для секционированных трансформаторов показаны на фиг. 268—272.



Фиг. 268. Схема трансформатора СТ

Трансформаторы однофазные, с естественным охлаждением, с сердечником броневого типа и секционированными (кроме РТ и РТЭ) обмотками.

РТ и РТЭ – релейные трансформаторы рельсовых цепей; они повышают напряжение, снимаемое с рельсовой цепи, до напряжения работы реле КНР или СНР. РТ применяется при паровой тяге, РТЭ — при электротяге. Трансформатор РТЭ имеет воздушный зазор сердечника 0,2—1,0 *мм*, предохраняющий сердечник от магнитного насыщения обратным тяговым током.

Таблица 59

Характеристики обмоток низковольтных трансформаторов

Тип трансформатора	Мощность в *ва*	Первичная обмотка, напряжение в *в*	Вторичные обмотки: напряжение холостого хода или пределы его изменения в *в*	Вторичные обмотки: основная нагрузка	Данные обмоток I: витки × диаметр провода	I: сопротивление в *ом*	II: витки × диаметр провода	II: сопротивление в *ом*
РТ-1	—	2	85±5%	Реле СНР-5	35×2,1	0,22	1 500×0,25	75
РТЭ-1	—	0,9	85±5%	Реле СНР-5	30×1,81 (2 пар.)	—	3 500×0,16	—
СТ	27	165	11,0; 12,0	Лампа 12 *в*, 15 *вт*	1 280×0,41	26	94×1,45	0,2
СОБС	50	110	От 1,35 до 13,85	Лампы 12 *в*, 15 *вт* до 3 шт.	648×0,59	—	82×1,16	—
ПОБС-1	300	110	» 0,4 » 17,6	Рельсовая цепь	284×1,45	0,66	42×(5,2×2,1)*, рег. обм. 3 витка	0,02
ПОБС-2	300	110/220	» 0,4 » 17,6	То же	2×281×1,16	—	42×3,28	—
ПОБС-75	75	500—260	» 12 » 30	Устройства сигнальной точки автоматической блокировки	—	—	—	—
			» 1,0 » 7,0					
ТК-1	45	110	» 1,6 » 20,4	Кодированная рельсовая цепь постоянного тока при локомотивной сигнализации	900×0,51	13,5	154×1,1+14×1,1	0,7
ТК-2	100	110	» 0,57 » 12,0	То же при переменном токе	580×0,72	4,5	54×2,0+9×2,0	0,1
ТК-3	30	220*	» 5,5 » 11,6**	При локомотивной сигнализации	2 760×0,25	140	76×1,56+69×1,56	0,35
ТИ-1	80	110	» 126 » 160	То же	630×0,59	7,2	920×0,51	19
ТИ-2	350	110	117; 137	»	284×1,45	0,9	355×1,45	1,6
УРКТ-1	10	70—130	» 1,60 до 2,25	»	3 100×0,25	155	53×1,5	0,12

* Плоский провод прямоугольного сечения.

** При использовании в локомотивной сигнализации ТК-3 является повышающим трансформатором; в этом случае 220 *в* будет относиться ко вторичной обмотке.

Таблица 60

Размеры и вес низковольтных трансформаторов

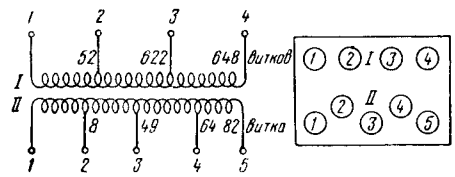
Тип трансформатора	Высота (*мм*)	Длина (*мм*)	Ширина (*мм*)	Вес в *кг*	Схема обмоток показана на фигуре
РГ-1 (старый)	133	120	79	1,3	—
РТ-1 (новый)	132	76	80	1,1	—
РТЭ-1 (старый)	102	140	170	3,35	—
РТЭ-1 (новый)	140	165	95	3,6	—
СТ-1 (старый)	120	125	101	2,9	268, *а*
СТ-1 (новый)	125	125	95	3,5	268, *б*
СОБС	135	165	95	3.2	269
ПОБС-1, 2, 75	204	255	140	9,2—11,3	270—271 272
ТК-1, 2, 3	165	160	105	3,5—3,9	—
ТИ-1	165	160	105	3,5	—
ТИ-2	225	180	140	9,5	—
УРКТ-1	165	160	105	3,9	—

СТ — сигнальный трансформатор, предназначенный для питания ламп светофоров (12 *в*, 15 *вт* и 12 *в*, 25 *вт*) в электрической централизации при питании с поста. Первичная обмотка включается последовательно с реле АРЭ-2.

СОБС — сигнальный трансформатор, предназначеиный для питания ламп светофоров (12 *в*, 15 *вт* и 12 *в*, 25 *вт*) в автоблокировке. Напряжения приведены в табл. 61.

ПОБС-1 и ПОБС-2 — путевые трансформаторы, предназначенные для питания рельсовых цепей переменного тока всех типов, для питания светофорных ламп, а также ламп табло в электрической централизации при местном питании.

Номинальное напряжение на первичной обмотке ПОБС-1 — 100—110 *в*; ПОБС-2 — 110 или 220 *в*; ПОБС-1 и ПОБС-2 имеют одинаковые вторую и третью (регулировочную) обмотки. Обе обмотки секционированы



Фиг. 269. Схема трансформатора СОБС

и дают возможность посредством прямого и обратного соединения секций получить напряжения, указанные в табл. 62 (фиг. 270, 271).

Таблица 61

Напряжения сигнальных трансформаторов СОБС

Обмотка	Напряжение в *в*	Зажимы	Напряжение в *в*	Зажимы
Первичная	110	*1—4*	101	*2—4*
	105	*1—3*	97	*2—3*
Вторичная	13,85	*1—5*	7,00	*2—3*
	12,50	*2—5*	5,50	*3—5*
	10,85	*1—4*	3,00	*4—5*
	9,50	*2—4*	2,50	*3—4*
	8,35	*1—3*	1,35	*1—2*

Таблица 62

Напряжения путевых трансформаторов ПОБС-1 и ПОБС-2

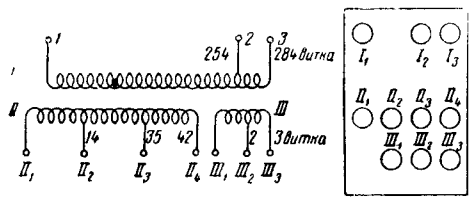
Зажимы		Напряжение в *в*	Зажимы		Напряжение в *в*	Зажимы		Напряжение в *в*
рабочие	перемычки		рабочие	перемычки		рабочие	перемычки	
II_1-III_3	II_4-III_1	17,6	II_2-III_3	II_4-III_2	11,4	II_1-II_2	—	5.4
II_1-III_2	II_4-III_1	17,2	II_3-II_4	—	11,0	II_1-III_2	II_2-III_4	5,0
II_1-III_3	II_4-III_2	16,8	II_2-III_2	II_4-III_3	10,6	II_1-III_1	II_3-III_2	4,6
II_1-II_4	—	16,4	II_3-III_1	II_4-III_2	10,2	II_2-III_3	II_4-III_1	4,0
II_1-III_2	II_4-III_3	16,0	II_3-III_1	II_4-III_3	9,8	II_3-III_2	II_4-III_1	3,6
II_1-II_4	II_4-III_2	15,6	II_3-III_2	II_3-III_1	9,4	II_2-III_3	II_4-III_1	3,2
II_1-III_1	II_4-III_3	15,2	II_2-III_3	II_3-III_1	9,0	II_3-II_4	—	2,8
II_1-III_3	II_3-III_1	14,8	II_3-III_3	II_3-III_2	8,6	II_3-III_2	II_4-III_3	2,4
II_1-III_2	II_3-III_1	14,4	II_2-II_3	—	8,2	II_2-III_1	II_4-III_2	2,0
II_1-III_3	II_3-III_2	14,0	II_2-III_2	II_3-III_3	7,8	II_4-III_3	II_3-III_1	1,6
II_1-II_3	—	13,6	II_2-III_1	II_3-III_2	7,4	III_1-III_3	—	1,2
II_1-III_2	II_3-III_3	13,2	II_3-III_1	II_3-III_3	7,0	III_1-III_3	—	0,8
II_1-III_1	II_3-III_2	12,8	II_1-III_3	II_2-III_1	6,6	III_2-III_2	—	0,4
II_2-III_3	II_4-III_1	12,2	II_1-III_2	II_2-III_1	6,2	—	—	—
II_2-III_2	II_4-III_1	11,8	II_1-III_3	II_2-III_2	5,8	—	—	—

Таблица 63

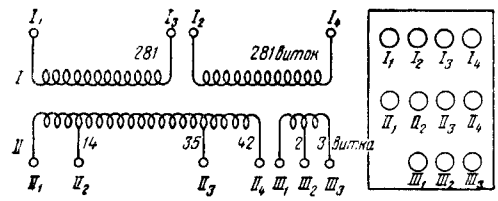
Напряженія комбинированных трансформаторов ПОБС-75

Обмотка *I*		Сигнальная *II*		Путевая *III*	
зажимы	напряжение в *в*	зажимы	напряжение в *в*	зажимы	напряжение в *в*
I_1-I_5	500	II_1-II_5	30	III_1-III_4	7
I_1-I_4	440	II_1-II_4	26	III_1-III_3	5
I_1-I_3	380	II_2-II_4	22	III_1-III_2	4
I_2-I_4	320	II_3-II_5	18	III_2-III_4	3
I_2-I_3	260	II_3-II_4	14	III_3-III_4	2
		II_1-II_3	12	III_2-III_3	1

ПОБС-75 — комбинированный (путевой, сигнальный и линейный) трансформатор, предназначенный для питания сигнальных точек



Фиг. 270. Схема трансформатора ПОБС-1

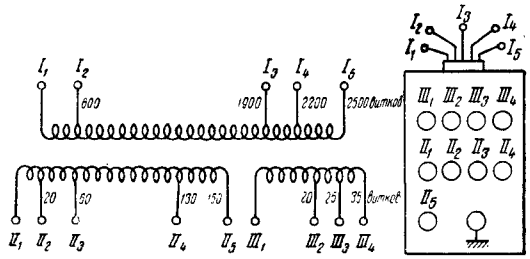


Фиг. 271. Схема трансформатора ПОБС-2

автоблокировки при системе питания 500 *в*— первичные элементы. Трансформатор сбеспечивает напряжение для непосредственного (через выпрямитель или без него) питания ламп светофоров и рельсовых цепей автоблокировки. Напряжения приведены в табл. 63.

При включении первичной обмотки на соответствующее напряжение в пределах 260—500 *в* напряжение на вторичных обмотках будет, как указано в табл. 63.

Изоляция низковольтных трансформаторов должна выдерживать в течение 1 мин.



Фиг. 272. Схема трансформатора ПОБС-75

напряжение переменного тока 50 *гц*, указанное в табл. 64. Мощность источника тока

Таблица 64

Испытательное напряжение низковольтных трансформаторов

Тип трансформатора	Испытательное напряжение в *кв*		Мощность испытательного трансформатора не менее в *квт*
	на корпус	между обмотками	
ПОБС и СОБС . .	3,0	1,2	0,5
РТ и СТ	1,2	1,2	0,5
ТК, ТП и УРКТ .	2,0	2,0	1,0

должна быть также не ниже указанной в таблице. Напряжение при испытании должно повышаться постепенно.

Реактивные и активные сопротивления

Реактор однофазный броневой сухой (РОБС-1) применяют в дроссельных рельсовых цепях переменного тока в качестве ограничивающего сопротивления; он имеет сердечник броневого типа с регулируемым воздушным зазором.

Электрические характеристики: полное сопротивление переменному току 50 *гц*, 0,74 *ом* ± 5% при воздушном зазоре 0,4 *мм*; сила тока до 13,5 *а*; омическое сопротивление 0,021 *ом*. Данные обмотки: 32 витка диаметром по меди 3,05 *мм*. Габаритные размеры: 160 × 120 × 88 *мм*, вес 3,3 *кг*. Температура нагревания должна быть не более 50° при пропускании силы тока 13,5 *а* в течение 15 мин. Изоляция испытывается аналогично трансформаторам РТ и СТ.

Активные сопротивления (табл. 65) применяют в рельсовых и линейных цепях (40 *ом*); изготовляют их из никелина на фарфоровом каркасе.

Таблица 65

Типы активных сопротивлений

Величина сопротивления в *ом*	Диаметр проволоки в *мм*	Допустимый ток в *а*	Перегрев от тока		Габаритные размеры в *мм*
			в *а*	в °С	
2,2	2,0	10	6	120	235×55×209
			10	160	
14	0,6	1,0	1,0	120	130×25×85
40	0,4	0,5	0,5	120	130×25×85
400	0,2	0,2	0,2	100	130×25×85
6	1,0	3,3	3,3	120	163×52×122
1,2	0,9	3,0	3,0	100	130×25×85

ВЫПРЯМИТЕЛИ

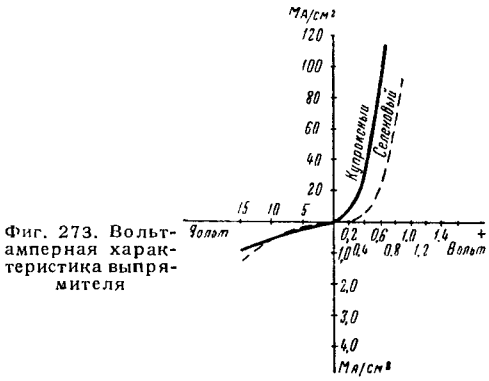
Сухие выпрямители

В устройствах СЦБ применяют купроксные и селеновые выпрямители.

Элемент купроксного выпрямителя — медная пластина, термическим способом покрытая с одной стороны закисью меди (Cu_2O). Слой на границе меди и закиси меди обладает односторонней проводимостью от закиси меди к меди.

Качество выпрямительного элемента определяют вольтамперной характеристикой и сопротивлением элемента прямому и обратному току. Вольтамперная характеристика и зависимость сопротивления элемента от силы тока для купроксных и селеновых выпрямительных элементов показаны на фиг. 273 и 274. Отношение сопротивления обратного тока (R_o) к сопротивлению прямого тока (R_n) называется коэфициентом выпрямления и зависит от приложенного напряжения (фиг. 275) и температуры пластин. Повышение температуры выше +20° вызывает постепенное уменьшение коэфициента выпрямления. При низких температурах возрастает сопротивление прямому току, т. е. коэфициент выпрямления тоже ухудшается.

Коэфициент выпрямления обычно имеет значения в пределах 500—1 500, значительно повышаясь у высококачественных выпрямительных элементов. Допустимая плотность тока 0,05—0,07 *а* на 1 *см*². Обратное напряжение на одну пластину 3—4 *в*. Пробивное напряжение 25—30 *в*.



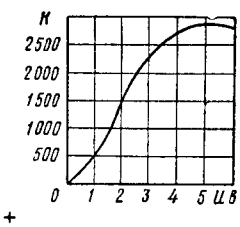
Фиг. 273. Вольтамперная характеристика выпрямителя

С течением времени имеет место старение выпрямительных элементов (повышение сопротивления прямому току), более быстрое при работе выпрямителя в условиях повышенной температуры.

Элемент селенового выпрямителя — стальная шайба толщиной 1—1,5 *мм*, с одной стороны которой нанесён слой селена (0,05—0,08 *мм*), покрытый специальным сплавом. Переходный слой селен—сплав имеет одностороннюю проводимость от селена к сплаву.



Фиг. 274. Зависимость сопротивления выпрямителя от силы тока



Фиг. 275. Зависимость коэфициента выпрямления от приложенного напряжения

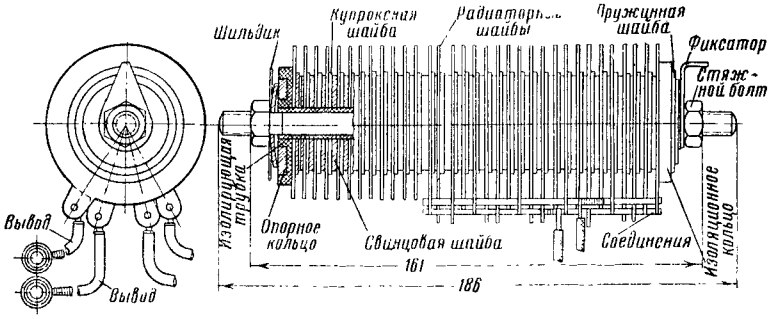
Допустимая длительная плотность тока 0,04 *а* на 1 *см*². Обратное напряжение на одну пластину допускается 15—18 *в*. Пробивное напряжение 40—50 *в*. Падение напряжения прямого тока не более 1,0—1,5 *в* на элемент. При изготовлении элемент подвергают электрической формовке, увеличивающей сопротивление обратному току. Первые 1 000—2 000 часов работы выпрямителей вызывают их старение — уменьшение выпрямленного напряжения на 10—15%, после чего характеристики их остаются длительное время неизменными.

Селеновые выпрямители имеют преимущества перед купроксными, лучше выдерживая перегрузки и перегрев, а также имея большее пробивное напряжение.

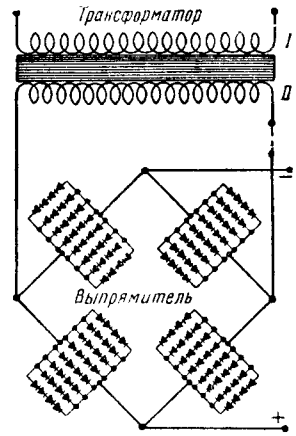
Купроксные выпрямители для устройств СЦБ

Выпрямительный элемент — медный диск диаметром 41 *мм*, толщиной 1,3 *мм*. Собирают элементы в столбики (фиг. 276) вместе с радиаторными пластинами (для лучшей теплоотдачи) по однополупериодной схеме или мостовой схеме. Число элементов в плече определяется силой тока (не более 0,3 *а* на элемент) и напряжением (не более 3 *в* на элемент).

Основными типами выпрямителей, монтируемых вместе с трансформаторами, столбики которых собираются по схеме Греца (фиг. 277 для КТВ), являются: ПТВ (путевой трансформатор-выпрямитель), СТВ (сигнальный) и КТВ (комбинированный).



Фиг. 276. Столбик выпрямителя



Фиг. 277. Схема выпрямителя КТВ

ПТВ и СТВ служат для буферной работы с путевой (1 элемент) и сигнальной (6 элементов) аккумуляторными батареями. КТВ служит для буферной работы с аккумуляторной батареей (6 элементов) в схеме питания электрической централизации и других устройств.

До 1936 г. выпускали выпрямители РТВ (релейные), предназначавшиеся для работы совместно с реле НР-1/110 *ом* в рельсовых цепях переменного тока.

Трансформатор выпрямителей ПТВ, СТВ и КТВ даёт возможность регулировать напряжения при помощи магнитного шунта (фиг. 278). Коэфициент полезного действия выпрямителей вместе с трансформатором — 30—50%.

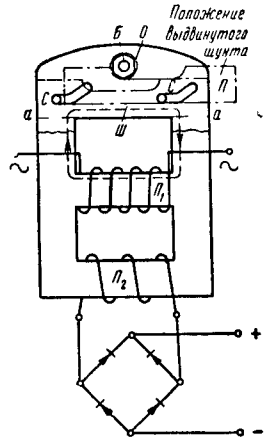
Зависимость силы тока нагрузки от напряжения выпрямленного тока для различных положений магнитного шунта выпрямителя КТВ-1 показана на фиг. 279. Зависимость силы выпрямленного тока и напряжения от температуры для выпрямителя СТВ показана на фиг. 280.

Нормальная работа выпрямителя обеспечивается при окружающей температуре до + 40°.

После 1945 г. аналогичные выпрямители выпускают под названием ВАК (выпрямительные агрегаты купроксные).

Электрические характеристики и другие данные выпрямителей приведены в табл. 66.

Кроме выпрямителей, монтируемых с трансформаторами, выпускаются клапанные выпрямители-столбики, собранные по однополупериодной схеме совместно с огневым реле постоянного тока в цепи переменного тока, для создания замедления работы реле и других целей.



Фиг. 278. Схема трансформатора-выпрямителя

Селеновые выпрямители для устройств СЦБ

Выпрямительный элемент — стальной диск диаметром 67 или 90 *мм*, покрытый слоем селена. Собираются элементы в столбики по однополупериодной или мостовой схеме. Число элементов в плече определяется силой тока (не более 1,2 *а* при шайбе диаметром 67 *мм* и 2,2 *а* при шайбе диаметром 90 *мм*) и напряжением (не более 6 *в* на элемент).

Выпрямители ПТВС-1, СТВС-1 и КТВС-1, а также ВС-1, ВС-2 и ВС-3 (выпрямитель селеновый) аналогичны по характеристикам и назначению соответственно выпрямителям ПТВ-2, СТВ 2 и КТВ-2 (см. табл. 66).

Таблица 66

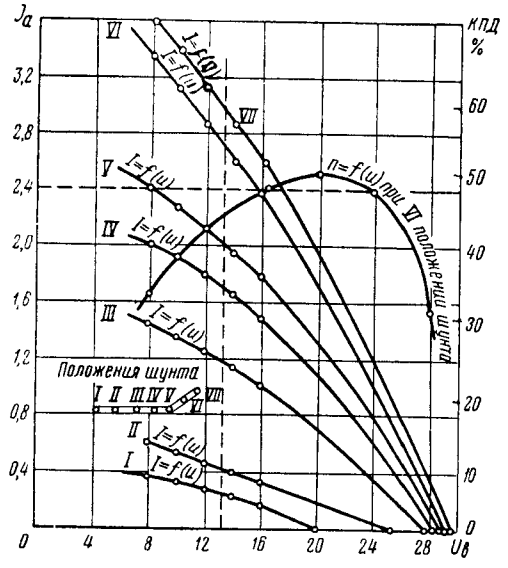
Характеристики купроксных и селеновых выпрямителей

Тип	Электрические характеристики							Данные столбика		Обмотки трансформатора		Размеры в *мм*	Вес в *кг*
	напряжение выпрямленного тока в *в* не менее	сила выпрямленного тока в *а* при выдвинутом шунте		при вдвинутом шунте не более	при температуре −35° не менее	обратный ток		общее количество выпрямительных элементов	парных ветвей в плече	первичная	вторичная		
		не менее	не более			напряжение аккумуляторных батарей в *в*	сила обратного тока не более *ма*						
ПТВ-1	2,2	2,4	2,8	0,45	1,3	2,0	30	32	8	1 320×0,51	94×2,02	175×240×210	7
ПТВ-2 . . . . ВАК-15	2,2	2,2	2,6	0,45	1,3	2,0	18	48	6	1 320×0,51	94×2,02	175×240×210	7
ПТВ-3	2,2	2,0	2,4	0,45	1,3	2,0	18	24	6	1 320×0,51	94×2,02	175×240×210	7
СТВ-1	13,2	0,6	—	0,10	0,3	12	25	36	3	1 320×0,51	320×1,16	175×240×210	7
СТВ-2 . . . . . ВАК-8	13,2	0,6	0,8	0,09	0,3	12	18	32	2	1 320×0,51	320×1,16	175×240×210	7
КВТ-1	13,2	2,4	3,0	0,4	1,3	12	45	128	—	600×0,86	200×1,45	194×310×220	13
КВТ-2 . . . . . ВАК-10	13,2	2,4	3,0	0,4	1,3	12	25	96	—	600×0,86	200×1,45	175×310×220	13
КТВ-3	19,8	2,4	3,0	0,4	1,3	18	30	—	—	—	—	194×310×220	13
РТВ-1	Работает совместно с реле НР-1/110 *ом*. См. табл. 37							4	—	10 400×0,1	1 250×0,2	92×163×91	1,6
РТВ-2								8	—	10 400×0,1	1 250×0,2	92×163×91	1,6
ПТВС-1 . . . . ВС-1	2,2	2,2	—	—	—	2,0	30	8	2	1 100×0,55	115×1,45	173×220×200	—
СТВС-1 . . . . ВС-2	13,2	0,6	—	—	—	12,0	25	8	1	1 100×0,55	—	173×220×200	—
КТВС-1 . . . . ВС-3	13,2	2,2	—	—	—	12,0	45	8	1	—	—	173×220×225 164×215×161	—

Примечания. 1. Напряжение первичной обмотки трансформатора для всех выпрямителей—110 *в*.
2. Для выпрямителей ПТВС и СТВС применяются шайбы 67 *мм* и для выпрямителей КТВС—90 *мм*.

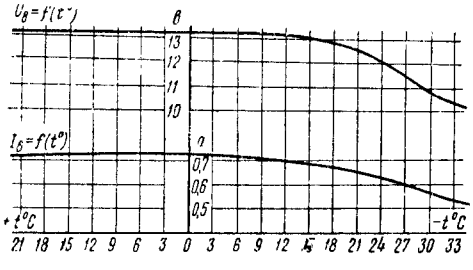
Кроме того, выпускаются клапанные выпрямители различных типов, аналогичных купроксным (см. выше).

Трансформаторы выпрямителей ПТВС, СТВС и КТВС аналогичны трансформаторам выпрямителей ПТВ, СТВ и КТВ.



Фиг. 279. График зависимости силы тока нагрузки от напряжения выпрямленного тока

Трансформаторы выпрямителей ВС (фиг. 281) отличаются от трансформаторов выпрямителей ПТВС, СТВС и КТВС конструкцией магнитного шунта, при которой имеется возможность более широкой регулировки си-



Фиг. 280. График зависимости силы выпрямленного тока и напряжения от температуры

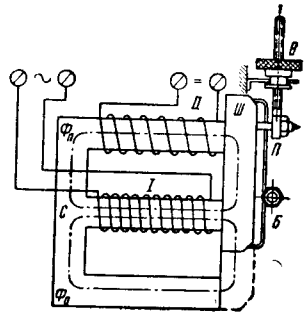
лы тока (до нуля). К. п. д. выпрямителя вместе с трансформатором 30—50%.

Схемы включения и регулировочные характеристики ВС показаны на фиг. 282.

Испытания выпрямителей

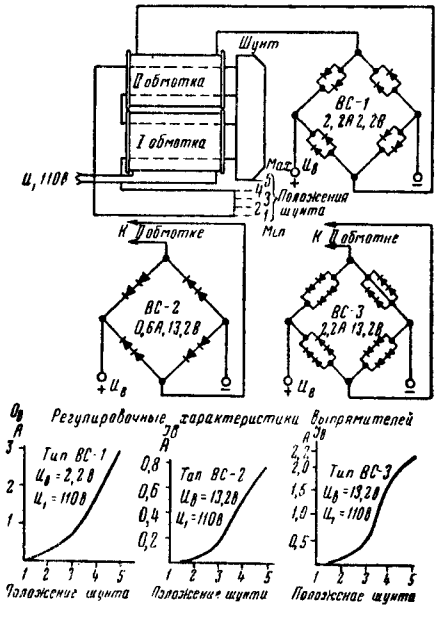
Электрические характеристики выпрямителя снимают при холодном состоянии столбика и при температуре окружающей среды 15—30° С. Силу прямого тока для разных положений шунта определяют при нагрузке выпрямителя на сопротивление. Силу обратного тока определяют при подключении к выпрямителю аккумуляторной батареи номинального напряжения и отключении переменного тока.

Выпрямленный ток при низкой температуре измеряют после 1—2-часового нахождения выпрямителя при температуре 30—35° во включённом состоянии.



Фиг. 281. Сердечник трансформатора выпрямителя ВС и схема обмоток

Нагрев выпрямителя определяют при шунте, выдвинутом до упора, с активным сопротивлением в качестве нагрузки. Температуру нагрева определяют термопарой или термо-



Фиг. 282. Схема включения и регулировочные характеристики селеновых выпрямителей

метром на радиаторных пластинах после 0,5—1 часа с момента установившейся температуры.

Измеренная температура не должна превышать окружающую более чем на 25° С.

Изоляция между обмотками катушек и сердечником и между выходными клеммами и корпусом должна выдерживать в течение 1 мин. напряжение переменного тока (50 *гц*) 1 000 *в*. Источник испытательного напряже-

ния должен иметь мощность не менее 0,5 *ква* с практически синусоидальной кривой напряжения.

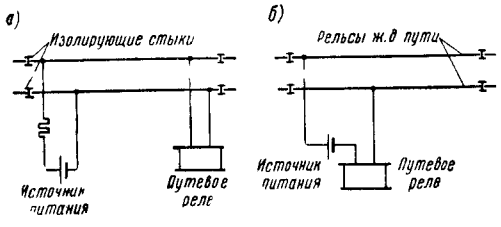
После пребывания выпрямителя в помещении с температурой 15—25° и относительной влажностью не ниже 95% в течение 24 час. и последующей просушки в течение 6 час. при влажности до 65% сопротивление изоляции должно быть не менее 20 *мгом* с сохранением электрических характеристик.

РЕЛЬСОВЫЕ ЦЕПИ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Рельсовой цепью называют электрическую цепь, двумя проводами которой являются рельсы железнодорожного пути, ограничиваемые с обеих сторон изолирующими стыками.

Каждая рельсовая цепь имеет источник питания и реле (путевое реле), включение которых для нормально замкнутой рельсовой цепи показано на фиг. 283,*а* и для нормально разомкнутой рельсовой цепи на фиг. 283, *б*.



Фиг. 283. Рельсовые цепи

В нормально замкнутой рельсовой цепи при свободности её от подвижного состава путевое реле находится под током, замыкая свои фронтовые контакты. При наличии на рельсовой цепи подвижного состава его скаты, имеющие малое сопротивление, шунтируют обмотку реле, и реле остаётся без тока, размыкая свои фронтовые контакты.

В нормально разомкнутой рельсовой цепи, наоборот, при свободности её от подвижного состава путевое реле находится без тока, а при занятости цепь путевого реле замыкается и оно возбуждается.

Рельсовые цепи позволяют осуществить автоматическую связь показаний сигнала с состоянием (свободностью или занятостью) определённого участка пути, подать на пост, откуда производится управление движением, сигнал контроля состояния пути, исключить возможность перевода стрелок под поездом и т. д.

Рельсовые цепи широко используются на железных дорогах в системах автоматической блокировки, электрической централизации стрелок и сигналов, локомотивной сигнализации и др., являясь одним из основных элементов этих устройств.

Классификация рельсовых цепей

1. По схеме: а) нормально замкнутые, б) нормально разомкнутые.

Нормально замкнутые рельсовые цепи обеспечивают надёжное отпускание якоря реле при занятости пути, исключая возможность оставления реле под током при занятом пути при любых повреждениях в устройствах рельсовых цепей. Поэтому они нашли широкое применение во всех указанных выше системах устройств СЦБ. Нормально разомкнутые рельсовые цепи, как не дающие такой надёжности, но обеспечивающие быстроту срабатывания реле, применяют только в электрической централизации на механизированных горках.

2. По способу питания: а) непрерывного тока, б) кодированного тока.

3. По роду тока: а) постоянного тока на участках с паровой тягой, б) переменного тока нормальной частоты (50 *гц*) на участках с электротягой, а также повсеместно на станциях при электрической централизации стрелок, в) переменного тока повышенной частоты на участках с электротягой переменного тока.

4. По использованию рельсов для тягового тока на участках с электротягой: а) двухниточные, б) однониточные.

На дорогах Советского Союза применяют нормально замкнутые рельсовые цепи, приведённые в табл. 67 и на фиг. 284.

Характеристики рельсовых цепей

(расчётные данные)

Сопротивление рельсов постоянному току:	
при стальных штепсельных соединителях	0,6 *ом/км*
при стальных приварных соединителях	0,2 »
Сопротивление рельсов переменному току (для частоты 50 *гц*):	
при стальных штепсельных соединителях фазовый угол 56° (инд.)	1,0 »
при медных приварных соединителях фазовый угол 65° (инд.)	0,8 »
Сопротивление песчаного балласта:	
при мокрой погоде (норма)	не ниже 1,0 *ом·км*
сильно промёрзшего	до 100—150 *ом·км*

Зависимость сопротивления рельсов и затухания рельсовой цепи от частоты тока показана на фиг. 285.

При плохом состоянии рельсовой цепи (касание балластом подошвы рельсов, загрязнённость балласта, гнилые шпалы и т. д.), при мокрой погоде сопротивление балласта снижается до 0,5—0,6 *ом·км*; при наличии шпал, пропитанных металлическими солями, при солончаковых почвах, при пропитке балласта и шпал соляными растворами сопротивление снижается до 0,2—0,3 *ом·км*. Для незагрязнённого щебёночного балласта сопротивление балласта при мокрой погоде не опускается ниже 2,0 *ом·км*.

Основные требования к рельсовым цепям

1. Надёжное притяжение якоря (сектора) путевого реле при свободном участке и при наименьшем возможном напряжении

Нормально замкнутые рельсовые цепи

Таблица 67

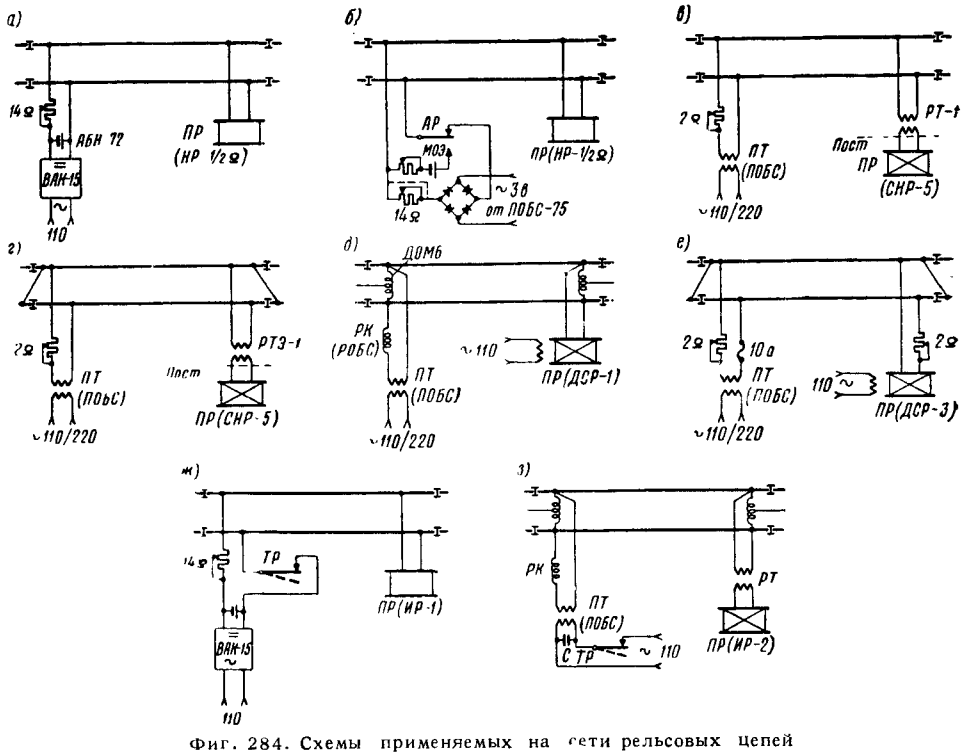
Тип рельсовой цепи	Основное назначение	Аппаратура			Наибольшая длина в *м*	Примечание
		источник питания	ограничивающее сопротивление	реле		
		При паровой тяге				
Постоянного тока (фиг. 284, *а* и *б*)	На перегонах и станциях при автоблокировке	Один аккумулятор в буфере с выпрямителем или 1—3 первичных элемента	Омическое 14 *ом*	НР-1 2 *ом*	1 500	См. главу «Автоматическая блокировка»
Переменного тока (фиг. 284, *в*)	На средних и крупных станциях при электрической централизации	Трансформатор ПОБС-1 или ПОБС-2	Омическое 2 *ом*	СНР-5 с трансформатором РТ-1	1 200	—
Переменного тока	На перегонах и станциях при автоблокировке	То же	То же	ДСР-1	1 500	При перспективе перехода на электротягу в ближайшие 3 года
Постоянного тока кодовая (фиг. 284, *ж*)	На перегонах при кодовой автоблокировке, в проводной автоблокировке с длинными рельсовыми цепями или с низким сопротивлением балласта	Один аккумулятор в буфере с выпрямителем или 1 — 3 первичных элемента	Омическое 14 *ом*	ИР-1 0,3 *ом*	3 000	—
		При электротяге				
Переменного тока двухниточная (фиг. 284, *д*)	На перегонах и станциях при автоблокировке	Трансформатор ПОБС-1 или ПОБС-2	Реактор РОБС	ДСР-1	1 500	—
То же	То же	То же	Омическое 2 *ом*	ДСР-3а	1 500	—
Переменного тока двухниточная кодовая (фиг. 284, *з*)	На перегонах при кодовой автоблокировке, в проводной автоблокировке с длинными рельсовыми цепями или с низким сопротивлением балласта	»	Реактор РОБС	ИР-2 с трансформатором	3 000	—
Переменного тока однониточная (фиг. 284, *е*)	На станциях при электрической централизации или увязке с автоблокировкой	»	Омическое 2 *ом*	ДСР-3	500	С защитным сопротивлением на релейном конце 2 *ом*
То же (фиг. 284, *г*)	То же	»	То же	СНР-5 с трансформатором РТЭ-1	850	То же

источника тока, наименьшем сопротивлении балласта и номинальном сопротивлении рельсов.

2. Надёжное отпускание якоря (сектора) путевого реле при шунтировании рельсовой цепи в любой её точке сопротивлением 0,06 *ом*.

Значение предельного сопротивления шунта должно быть не менее 0,06 *ом*.

Действительное сопротивление поездного шунта обычно менее 0,01—0,02 *ом* и состоит из сопротивления колёсных пар и переходного сопротивления рельс — бандаж; оно



Фиг. 284. Схемы применяемых на сети рельсовых цепей

За режим надёжного отпускания в рельсовой цепи постоянного тока принимают наличие в путевом реле тока, не превышающего 60% номинальной величины тока отпускания при сопротивлении рельсов, равном 50% от расчётного, при наибольшем возможном напряжении источника питания и при отсутствии утечки через балласт.

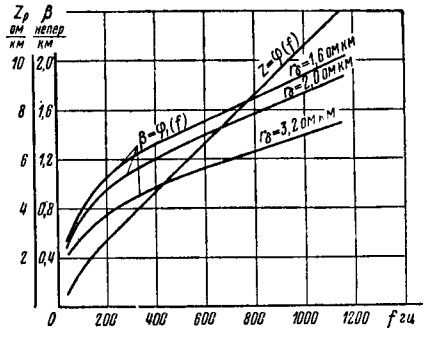
За режим надёжного отпускания в рельсовой цепи переменного тока принимают наличие в путевом реле тока, не превышающего 90% тока отпускания для секторных реле и 60% для электромагнитных при расчётном сопротивлении рельсов и при отсутствии утечки через балласт.

3. Исключение возможности возбуждения путевого реле от источника тока соседней рельсовой цепи при сходе стыков или от постороннего источника тока. Невозможность возбуждения путевого реле при лопнувшем рельсе.

Шунтовая чувствительность рельсовых цепей

Предельным сопротивлением шунта рельсовой цепи называют то наибольшее сопротивление шунта, при котором имеет место режим надёжного отпускания якоря (сектора) путевого реле.

может повыситься до десятых долей и даже нескольких омов (редко выше) при ржавчине на поверхности рельсов, обледенении, загрязнении головки рельсов и от других причин.



Фиг. 285. Зависимость сопротивления рельсов и затухания рельсовой цепи от частоты тока

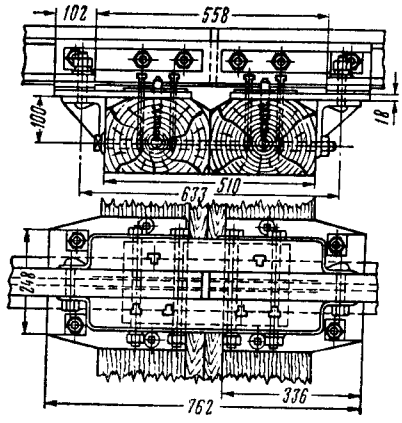
Шунтовая чувствительность проверяется на всех рельсовых цепях наложением на рельсы испытательного шунта. Испытательный шуит—провод с зажимами для присоединения к рельсам, имеющий сопротивление

0,06 *ом*. Шунт накладывается на концах рельсовой цепи, а в разветвлённой рельсовой цепи ещё и на конце ответвления.

ЭЛЕМЕНТЫ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

Изолирующий стык

Для электрической изоляции смежных рельсовых цепей друг от друга применяют изолирующие рельсовые стыки. На сети применяют три типа изолирующих стыков:



Фиг. 286. Изолирующий стык с буковыми накладками

1) с буковыми накладками (фиг. 286);
2) с металлическими накладками (фиг. 287);
3) с лигнофолевыми накладками (фиг. 288).

Основным типом изолирующего стыка для применения на сети принят последний.

Под всеми изолирующими стыками для лучшего стока воды и укрепления стыка применяют щебёночный балласт.

Стыковые соединнтели

Для лучшего электрического соединения звеньев рельсов на стыке применяют четыре типа стыковых соединителей:

1) штепсельные из двух стальных 5-*мм* проволок 6605 (фиг. 289); требуют сверла $D = 9{,}8$ *мм*; применяют при паровой тяге; укрепляют к болту накладки клипсой;

2) из гибкого медного троса приварные электро- или газосваркой сечением 95 *мм*² ЦОЭ-1126 (фиг. 290); применяют при электротяге;

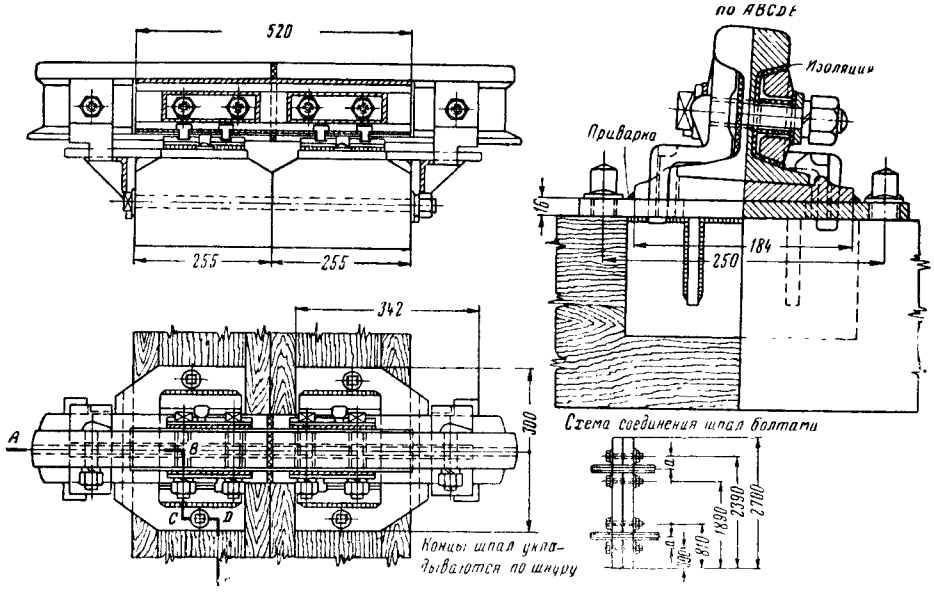
3) приварные (термитной сваркой); для участков с паровой тягой из гибкого стального 6-*мм* троса (фиг. 291) и для участков с электротягой из гибкого медного троса сечением 75 *мм*² (фиг. 292). Приварку производят при помощи тигель-формы (фиг. 293) и термигного порошка специального состава;

4) штепсельные головочного типа (фиг. 294).

Наибольшее распространение имеют соединители 1-го и 2-го типов. В дальнейшем намечается постепенный переход на соединители, привариваемые термитной сваркой.

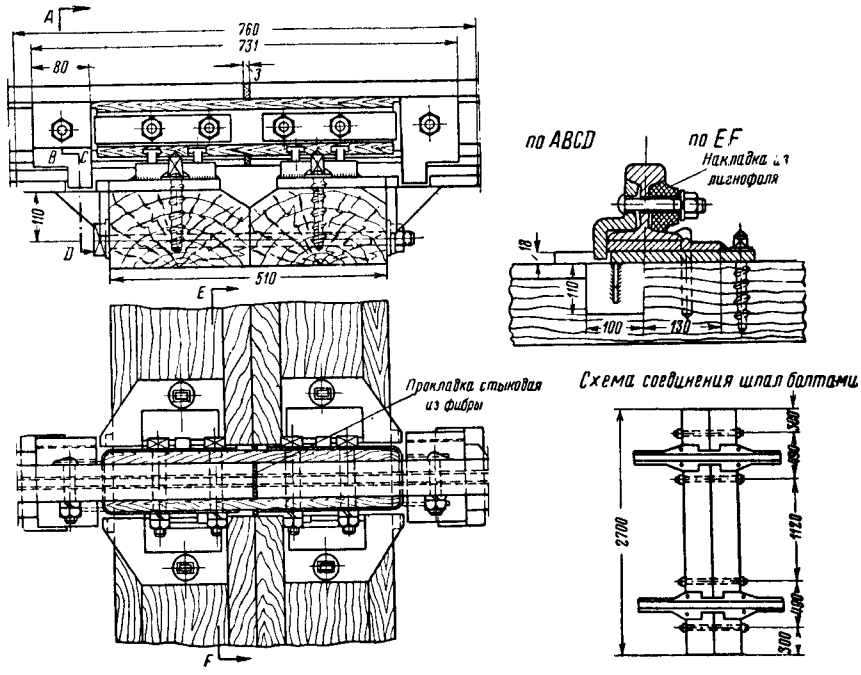
Рельсовые соединители

Для соединения между собой отдельных участков рельсовой цепи применяют четыре типа рельсовых соединителей.

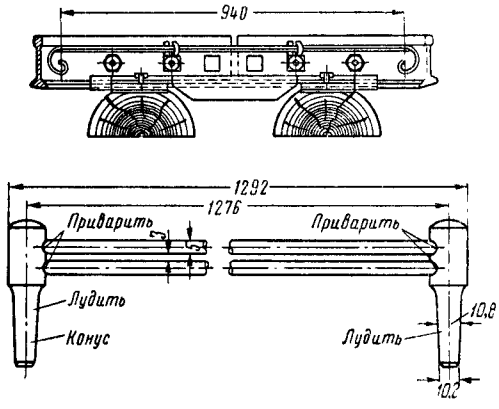


Фиг. 287. Изолирующий стык с металлическими накладками

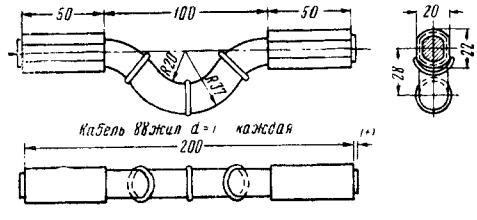
1) перекидные — для соединения отдельных участков разветвлённой рельсовой цепи;
2) косые — для пропуска тягового тока на изолирующих стыках при однонточных рельсовых цепях;



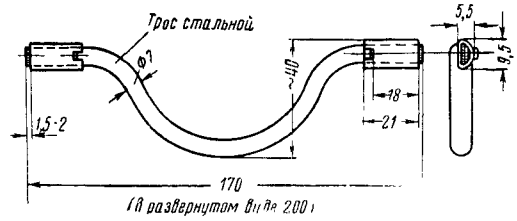
Фиг. 288. Изолирующий стык с лигнофолевыми накладками



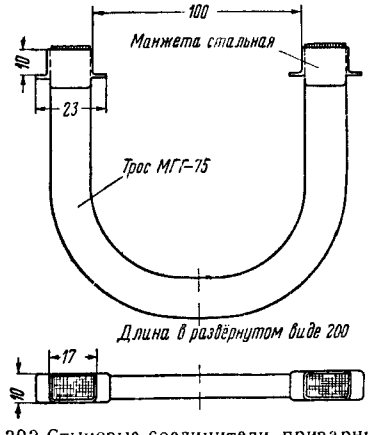
Фиг. 289. Стыковые соединители штепсельного типа



Фиг. 290. Стыковые соединители приварные (электросваркой)



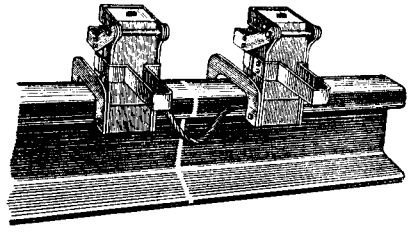
Фиг. 291. Стыковые соединители приварные (термитной сваркой) из стального троса



Фиг. 292. Стыковые соединители приварные (термитной сваркой) из медного троса

3) поперечные для соединения тяговых ниток рельсовой цепи или средних точек стыковых дросселей нескольких путей;

4) обходные для обхода сборных крестовин на стрелках и глухих пересечениях.



Фиг. 293. Тигель-форма

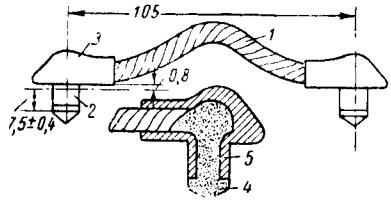
Рельсовые соединители изготовляют из стального оцинкованного троса сечением 50 *мм*² (*d* = 8,5 *мм*) длиной:

№ 6960 — 0,6 *м* со штепселями, аналогичными штепселям стыковых соединителей;

№ 6954 — 1,2 *м* со штепселями, аналогичными штепселям стыковых соединителей;

№ 6955 — 3,3 *м* с гайками на штепселях;

№ 6961 — 6,7 *м* с гайками на штепселях.



Фиг. 294. Штепсельные стыковые соединители головочного типа:

1—гибкий трос; *2*—штепсель; *3*—головка наконечника; *4*—медный конец штепселя; *5*—медный штифт

Соединения, служащие для пропуска тягового тока, должны устанавливаться двойными. Рекомендуется при этом применение медного троса.

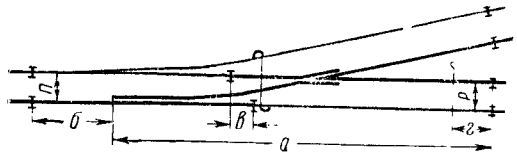
Изоляция стрелок

Рельсовая цепь на стрелке отличается по своей схеме от рельсовых цепей на прямом участке пути и называется разветвлённой. Стрелочные переводы должны оборудоваться изоляцией сквозных полос под рамными рельсами и крестовинами, а также изоляцией соединительных тяг и угольников.

Необходимо, чтобы схема установки изолирующих стыков соответствовала схеме рельсовых цепей (см. ниже).

Схемы расположения изоляции для одиночных и перекрёстных стрелок показаны на фиг. 295 и 296.

Разбег между изолирующими стыками не должен превышать 1,5 *м*. Расстояние от изолирующего стыка до остряков стрелки, оборудованной электроприводом, должно определяться расчётом и, как правило, быть не менее одного полного звена рельса.

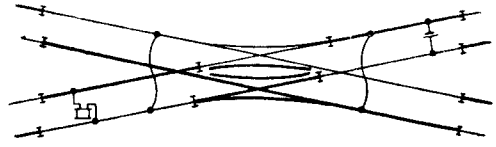


Фиг. 295. Схема изоляций одиночных стрелок

$а = 52 \div 62$ *м*; $в \leqslant 1{,}5$ *м*;
$б > 1$ звена; $г \geqslant 3{,}5$ *м*

Типы Ia—IIa — изолируются три соединительных угольника, тяга и две крестовинные полосы.

Тип IIIa — изолируются три соединительные полосы, тяга и две крестовинные полосы.

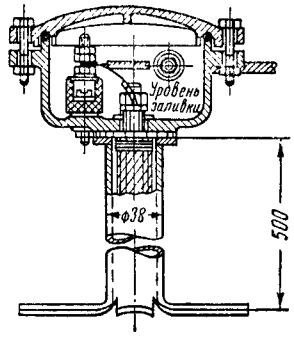


Фиг. 296. Схема изоляции перекрёстных стрелок

Расстояние от изолирующего стыка до предельного столбика должно быть не менее 3,5 *м*.

Кабельные стойки (бутлеги)

Для подвода к рельсам соединительных проводов применяют кабельные стойки (бутлеги). Их применяют на один кабель (фиг. 297)



Фиг. 297. Кабельная стойка

и на два кабеля. Устанавливают на расстоянии 150 *мм* от концов шпал, на высоте 50 *мм* ниже головки рельса. Перемычки от них из стального троса диаметром 5—6 *мм* подключают непосредственно к рельсам, за исключением рельсовых цепей со стыковыми дросселями, где перемычки подключаются к шинам дросселя.

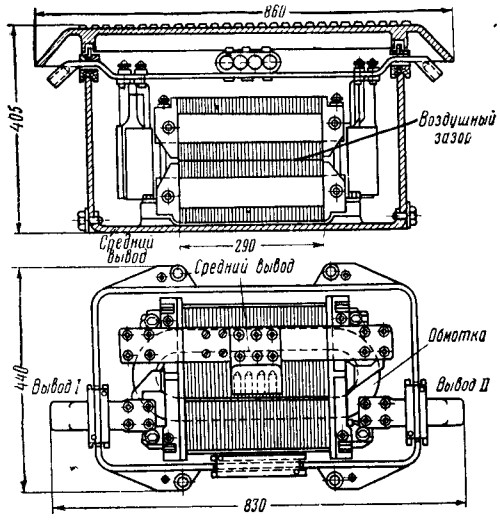
Путевые ящики

Применяют для установки трансформаторов ПОБС, РТ, РТЭ № 7324 (большой; размеры 450 × 380 × 280 *мм*), № 6790

(малый; размеры 294 × 285 × 280 *мм*) и для уст ановки реле *ДСР* № 7319 (размеры 530 × 390 × 320 *мм*).

Стыковые дроссели

Стыковые дроссели применяют для пропуска обратного тягового тока в обход изолирующих стыков при электротяге. Они представ-



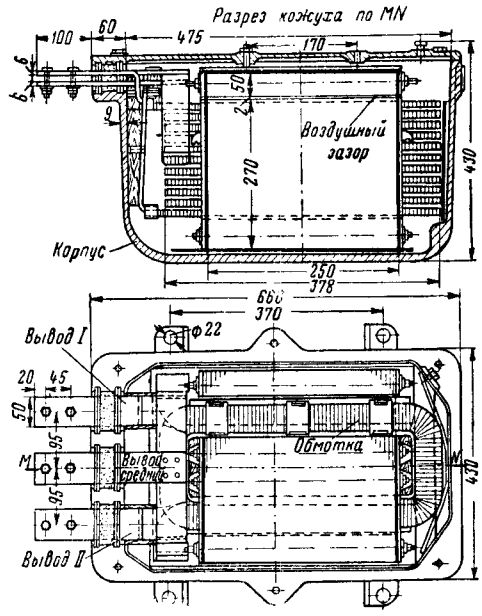
Фиг. 298. Дроссель А-27

ляют собой катушки из нескольких витков медной шины сечением 400—500 *мм*² с массивным сердечником из трансформаторной стали.

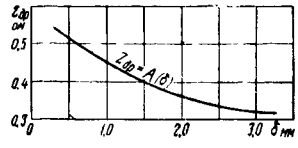
Сердечник имеет регулируемый воздушный зазор.

Дроссели применяют типов А-27 (фиг. 298), ДОМБ-750 и ДОМБ-1000 (фиг. 299). С 1947 г. изготовляют только тип ДОМБ (электрические характеристики и другие данные приведены в табл. 68).

Ранее устанавливали дроссель внутри колеи (фиг. 301), теперь его устанавливают вне



Фиг. 299. Дроссель ДОМБ-1000



Фиг. 300. Зависимость $Z_д$ от δ для дросселя типа А-27. δ—воздушный зазор сердечника

Таблица 68

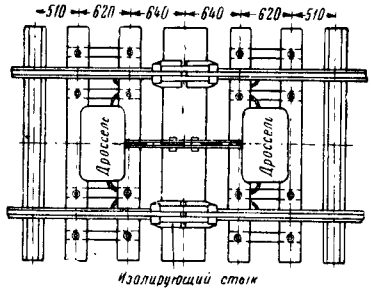
Характеристики стыковых дросселей

Характеристика	А-27	ДОМБ-750	ДОМБ-1000
Номинальный (длительный) тяговый ток на нитку в *а*	750	750	1 000
Сопротивление переменному току 50 *гц* при напряжении 1 *в* на обмотке в *ом*	0,35±15%	0,35±15%	0,35±15%
Максимальное уменьшение сопротивления при неуравновешенном тяговом токе в 12% ($I_{ну}$) в %	10	10	10
Сопротивление постоянному току при 20°С в *ом*	0,00054±15%	0,00054±15%	0,00045±15%
Фазный угол при напряжении 1 *в* на обмотке в градусах	80±3	80±3	80±3
Испытательное напряжение переменного тока в *в*	2 000	2 500	2 500
Вес без трансформаторного масла в *кг*	—	—	410
Вес заливаемого масла в *кг*	—	—	40

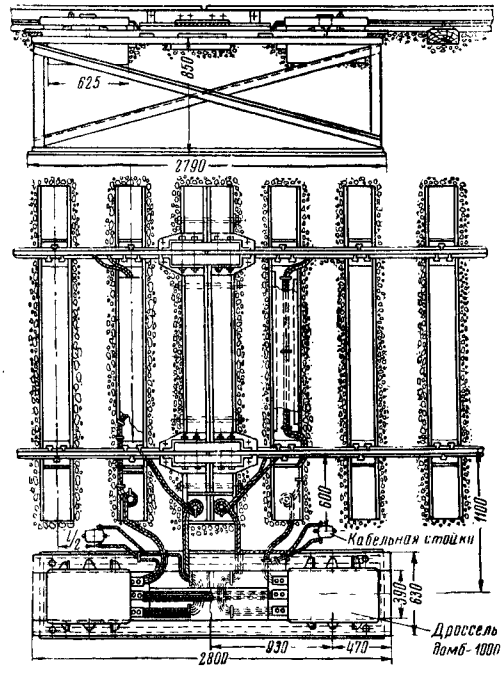
Примечания. 1. $I_{ну} = \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2} \cdot 100\%$, где I_1 и I_2—силы тока в полуобмотках дросселя.

2. Данные в таблице приведены для воздушного зазора $\delta = 2$ *мм*. Примерная зависимость $Z_д$ от δ для дросселя типа А-27 показана на фиг. 300.

колеи по фиг. 302. Дроссель подключается к рельсам двойным голым медным кабелем (*МГ*) сечением 70—95 *мм*² при помощи расклиниваемого штепселя или болтового соединения специальной конструкции.



Фиг. 301. Установка дросселя внутри колеи



Фиг. 302. Установка дросселя вне колеи

РЕЛЬСОВЫЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Применяются при паровой и тепловозной тяге при отсутствии вблизи от рельсовой цепи источников блуждающих токов (электротяга, трамвай, заземлённая осветительная сеть постоянного тока и т. д.).

Схемы рельсовой цепи постоянного тока приведены на фиг. 284, *а* и *б*.

Типы применяемых рельсовых цепей приведены в табл. 67.

В качестве путевого реле в рельсовых цепях постоянного тока применяют нейтральное электромагнитное реле (НР-1) с сопротивлением обмотки 2 *ом*. В отдельных специальных случаях может требоваться применение реле с другим сопротивлением (1,0 *ом*, 1,4 *ом*, 4,0 *ом*).

Ограничивающее сопротивление (R_0) служит для ограничения силы тока при шунтированной рельсовой цепи. Создавая падение напряжения в цепи источников питания, оно способствует улучшению шунтовой чувствительности. Применяется сопротивление 14 *ом* на силу тока 1 *а*. Величина ограничивающего сопротивления в рельсовых цепях постоянного тока, включая сопротивление соединительных проводов, должна быть не менее 2,0 *ом*.

При изменении сопротивления балласта от 1 *ом км* и выше рельсовые цепи регулировки не требуют. При этом напряжение на путевом реле для рельсовой цепи с одним аккумулятором и реле НР-1 2-*ом* в зависимости от состояния балласта и длины рельсовой цепи должно соответствовать табл. 69.

Таблица 69

Напряжение на путевом реле в *в* для рельсовой цепи постоянного тока

Длина рельсовой цепи в *м*	Балласт			
	мокрый (дождь)	влажный (слабый дождь, роса и т. д.)	сухой и слабо промёрзший (заморозки весной и осенью)	сильно промёрзший (зимой в мороз)
Менее 500 . . .	0,23	0,25	0,30	0,40
От 500 до 750 .	0,23	0,27	0,35	0,50
» 750 » 1 000	0,23	0,30	0,40	0,55
» 1 000 » 1 250	0,23	0,33	0,45	0,70
» 1 250 » 1 500	0,23	0,35	0,50	0,80

При наименьшем сопротивлении балласта ниже 1 *ом км* для длинных рельсовых цепей требуется принятие особых мер, как-то: подрезка и очистка балласта, смена гнилых шпал и т. д. Периодическая регулировка, т. е. понижение напряжения на рельсовой цепи при сухом или промёрзшем балласте и повышение при сыром балласте, применима лишь как временное средство в виде исключения.

Две смежные рельсовые цепи должны иметь обратную полярность.

РЕЛЬСОВЫЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Эти цепи применяют при электрической тяге или наличии вблизи рельсовой цепи источников блуждающих постоянных токов, а также при электрической централизации (при всех видах тяги) как дающие возможность использования центрального питания с установкой путевого реле на посту и имеющие другие преимущества по сравнению с рельсовыми цепями постоянного тока.

Типы применяемых рельсовых цепей приведены в табл. 67.

В качестве путевого реле в рельсовых цепях переменного тока применяют двухэлементные секторные реле ДСР (индукцион-

ные) и нейтральные электромагнитные реле постоянного тока с купроксными или селеновыми выпрямителями — КНР и СНР.

На электрифицированных участках рельсовые цепи могут быть двухниточными (фиг. 284, *д*), в которых обратный тяговый ток пропускается по обоим рельсам пути, или однониточными (фиг. 284, *г*), в которых обратный тяговый ток пропускается по одному рельсу. На перегонах применяют исключительно двухниточные рельсовые цепи. Выбор рельсовой цепи на станции зависит от количества путей и возможной силы тягового тока. Число рельсовых нитей, отведённых для пропуска тягового тока на станции, во всех случаях должно быть не меньшим, чем на перегоне. При прочих равных условиях преимущество должно отдаваться двухниточным рельсовым цепям.

Стыковой дроссель служит для пропуска обратного тягового тока через изолирующий стык в двухниточных рельсовых цепях, представляя для переменного сигнального тока сопротивление 0,3—0,4 *ом*. При различной силе тягового тока в обеих полуобмотках дросселя, что может иметь место при неодинаковом сопротивлении рельсовых нитей, сердечник последнего намагничивается и сопротивление дросселя переменному току снижается. Чувствительность дросселя к неравномерности тягового тока может изменяться регулировкой его воздушного зазора: чем больше воздушный зазор, тем меньше эта чувствительность. При этом одновременно меняется сопротивление дросселя переменному току, уменьшаясь при увеличении зазора.

Тип ограничивающего сопротивления зависит от типа рельсовой цепи и указан в табл. 67.

В рельсовой цепи с двухэлементными реле ограничивающее сопротивление помимо основного назначения (см. «Рельсовые цепи постоянного тока») способствует получению правильных фазовых соотношений.

В однониточных рельсовых цепях для ограничения силы тягового тока в обмотках трансформатора или реле ограничивающее сопротивление 2 *ом* устанавливается на обоих концах рельсовой цепи.

В качестве трансформатора на релейном конце рельсовой цепи в этом случае применяют трансформатор РТЭ с воздушным зазором сердечника.

Напряжение на путевом реле (ДСР-1 или ДСР-3а) в рельсовой цепи со стыковыми дросселями независимо от состояния балласта должно быть в пределах 0,4—0,6 *в*. Напряжение на путевом реле в рельсовой цепи без стыковых дросселей в зависимости от состояния балласта и длины рельсовой цепи должно соответствовать табл. 70.

Напряжение на путевой обмотке реле типа ДСР-3 должно быть в пределах от 0,7 до 1,2 *в*, причём напряжение выше 1 *в* допускается только для рельсовых цепей длиной более 300 *м* при сухом или промёрзшем балласте. При мокром балласте напряжение не должно понижаться менее 0,7 *в*.

Две смежные рельсовые цепи должны иметь обратные фазы, чтобы замыкание в изолирующем стыке вызывало отпускание секторов (якорей) путевых реле. Правильность фаз

Таблица 70

Напряжение на путевом реле при рельсовой цепи переменного тока в зависимости от состояния балласта

Длина рельсовой цепи в *м*	Балласт			
	мокрый (дождь)	влажный (слабый дождь, роса и т. д.)	сухой и слабо промёрзший (заморозки весной и осенью)	сильно промёрзший (зимой в мороз)
Менее 500	0,33	0,40	0,46	0,50
От 500 до 750	0,33	0,43	0,52	0,60
» 750 » 1 000	0,33	0,45	0,58	0,70
» 1 000 » 1 250	0,33	0,50	0,70	0,80
» 1 250 » 1 500	0,33	0,53	0,76	0,90

проверяется в дроссельных рельсовых цепях замыканием одного стыка, при этом реле должно отпустить сектор.

Вращающий момент двухэлементного секторного реле, помимо напряжений (или сил тока) на обеих обмотках, зависит от фазового соотношения между ними ($M = CU_n U_м \cos\Delta\varphi$). Для улучшения фазового соотношения (уменьшение отклонения фактического угла между напряжениями обеих обмоток от идеального $\Delta\varphi$) или повышения напряжения на путевом реле элементы и параметры рельсовых цепей должны изменяться в соответствии с табл. 71.

Таблица 71

Изменение характеристик рельсовых цепей переменного тока

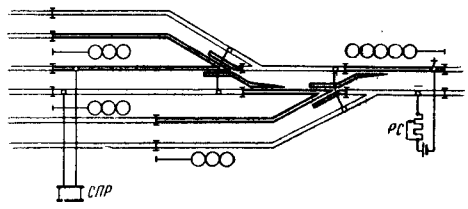
Тип рельсовой цепи	Цель изменения	Изменяемый элемент или параметр рельсовой цепи			
		Длина	Z_0 или R_0	$Z_{др}$	$R_{сп}$ (шнт.)
Дроссельная с ДСР-1	Для улучшения фазового соотношения	▲	▲	▲	▼
	Для повышения напряжения . .	▼	▼	▲	▼
То же с ДСР-3а	Для улучшения фазового соотношения	▼	▲	▼	▲
	Для повышения напряжения . .	▼	▼	▲	▼

Условные обозначения:
▲—требуется увеличение данной величины.
▼—требуется уменьшение данной величины.

РАЗВЕТВЛЁННЫЕ РЕЛЬСОВЫЕ ЦЕПИ НА СТАНЦИЯХ

В качестве типовой схемы разветвлённой рельсовой цепи принята схема с параллельным включением ответвлений (фиг. 303). В отдельных случаях может применяться схема с последовательным включением ответвлений (фиг. 304).

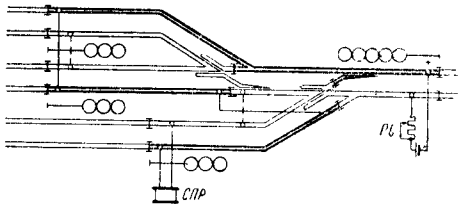
Размещение реле и источника тока в схеме разветвлённой рельсовой цепи с параллельным включением ответвлений должно обеспечивать контроль перекидного соединения. При невозможности осуществить такой контроль



Фиг. 303. Схема разветвлённых рельсовых цепей с параллельным включением ответвлений

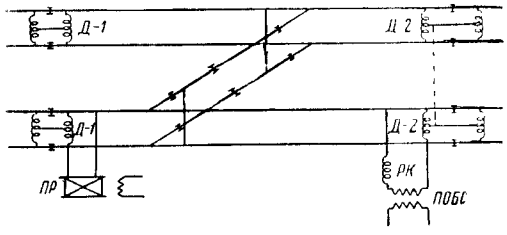
перекидное соединение делается двойным. Реле и источник тока стремятся присоединить к рельсам наиболее ответственного пути.

Стрелочные переводы при электрической централизации, как правило, нужно выде-



Фиг. 304. Схема разветвлённых рельсовых цепей с последовательным включением ответвлений

лять в самостоятельные рельсовые цепи. Объединение в одной рельсовой цепи нескольких стрелочных переводов допускается только в том случае, если это не идёт в ущерб манёвренности в работе станции. При отсутствии централизации в одну рельсовую цепь включают не более трёх стрелок.



Фиг. 305. Схема разветвлённых рельсовых цепей с дросселями

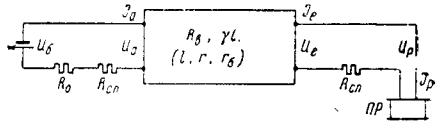
Двухниточные разветвлённые рельсовые цепи (при электротяге) могут иметь по три дросселя или вместо установки третьих дросселей средние точки дросселей двух соседних путей соединяются между собой (см. пунктирную линию на фиг. 305).

Для осуществления чередования полярности (фазности) двух смежных рельсовых цепей можно применять устройство транспозиций (установки изолирующих стыков с перекрёстными соединениями).

Разветвлённые рельсовые цепи при параллельном включении ответвлений требуют тщательного контроля целости ответвлений. Для этого наложение испытательного шунта производится на конце ответвления.

ОСНОВЫ РАСЧЁТА РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Рассматривая рельсовую цепь как электрически длинную линию (фиг. 306) с сопротив-



Фиг. 306. Эквивалентная схема рельсовой цепи постоянного тока

лением на 1 *км* r и проводимостью g, можно написать: постоянная распространения цепи

$$\gamma = \sqrt{rg}; \qquad (1)$$

волновое сопротивление цепи

$$R_в = \sqrt{\frac{r}{g}}. \qquad (2)$$

Между напряжениями и токами на концах рельсовой цепи имеют место следующие соотношения:

$$U_a = U_e \operatorname{ch} \gamma l + I_e R_в \operatorname{sh} \gamma l; \qquad (3)$$

$$I_a = I_e \operatorname{ch} \gamma l + \frac{U_e}{R_в} \operatorname{sh} \gamma l. \qquad (4)$$

Зависимость U_a и I_a от U_e и I_e может быть выражена через сопротивление короткого замыкания рельсовой цепи $R_к$ и холостого хода $R_х$:

$$U_a = CU_e \left[1 + \frac{R_к}{R_e}\right], \qquad (5)$$

$$I_a = CU_e \left[1 + \frac{R_e}{R_х}\right], \qquad (6)$$

где

$$C = \operatorname{ch} \gamma l = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{R_к}{R_х}}};$$

$$R_e = \frac{U_e}{I_e}; \quad R_к = R_в \operatorname{th} \gamma l; \quad R_х = \frac{R_в}{\operatorname{th} \gamma l}.$$

Значения $R_к$ и $R_х$ могут быть взяты из табл. 72.

Обычный порядок расчёта рельсовых цепей

Заданы: а) наименьшее и наибольшее напряжения источника питания (U_{min} и U_{max}); б) сопротивление, сила тока подъёма и отпускания путевого реле ($R_р$, $I_р$, $I_{р_0}$); в) длина рельсовой цепи (l) и её электрические характеристики: сопротивление рельсов (r) и наименьшее сопротивление балласта ($r_б$) — всё на 1 *км*; г) сопротивление соединительных проводов ($R_{сп}$).

Требуется определить: а) необходимую величину ограничивающего сопротивления (R_0) для нормальной работы и б) обеспеченность заданного поездного шунта (0,06 *ом*).

Таблица 72

Значения $R_к$ и $R_х$ в *ом*

l км	*r*=0,3 *ом/км*		*r*=0,6 *ом/км*		*c*
	$R_к$	$R_х$	$R_к$	$R_х$	
0,3	0,090	3,36	0,177	3,40	1,03
0,5	0,147	2,05	0,287	2,09	1,08
0,8	0,226	1,33	0,427	1,41	1,2
1,2	0,316	0,95	0,566	1,06	1 46
1,5	0,370	0,815	0,636	0,94	1,75
2,0	0,440	0,685	0,710	0,85	2,46

Примечания. 1. Таблица дана для $r_б = 1$ *ом·км*.

2. При $l < 0{,}3$ *км* $R_к \approx rl$ и $R_х \approx \frac{r_б}{l}$.

Из схемы рельсовой цепи находим:

$$U_e = U_p + I_p R_{сп};\quad I_e = I_p .$$

По формулам (1) и (2) определяем γ и $R_в$, а следовательно, γl; по таблицам гиперболических функций определяем ch γl и sh γl; подставляя эти значения в формулы (3) и (4), получаем значения U_a и I_a.

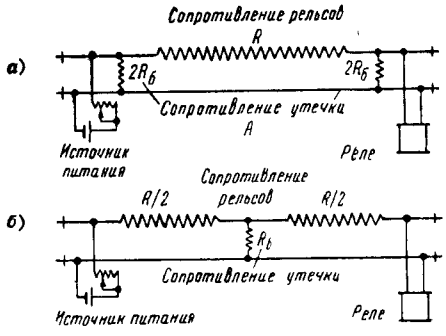
Для питающего конца рельсовой цепи имеем:

$$I_a (R_{сп} + R_o) = U_{\min} - U_a,$$

или

$$R_o = \frac{U_{\min} - U_a}{I_a} - R_{сп}.$$

Зависимость U_a и I_a от U_e и I_e может быть также определена, если представить рельсовую цепь в виде цепи с сосредоточенной утечкой по П-образной (фиг. 307,*а*) или Т-образной (фиг. 307,*б*) схеме. Это



Фиг. 307. Эквивалентные схемы рельсовых цепей как цепей с сосредоточенной утечкой

упрощает расчёты рельсовых цепей, но несколько снижает их точность.

Для рельсовых цепей с сосредоточенной утечкой:

$$U_a = U_e \left(1 + \frac{RG}{2}\right) + I_e R \left(1 + \frac{RG}{4}\right), \quad (7)$$

$$I_a = I_e \left(1 + \frac{RG}{2}\right) + U_e G, \quad (8)$$

где $G = \frac{1}{R_б}$.

Помимо указанных выше основных и наиболее распространённых способов определения U_a и I_a, существует ещё ряд способов, из которых должны быть отмечены:

а) графический расчёт по методу профессора Вахниина М. И.;

б) расчёт с применением гиперболических позиционных углов или аргументов нагрузки $\left(\text{например } \delta_e = \text{arc th } \frac{R_e}{R_в}\right)$;

в) графо-аналитический метод, основанный на разложении в ряды chγl и shγl.

Для определения предельного сопротивления шунта рельсовой цепи принимают отсутствие утечки через балласт ($R_б = \infty$) и наибольшее напряжение источника тока. Задаваясь силой тока в реле при шунтировании $I_{рш}$ из условия, приведённого на стр. 364, имеем:

при шунте на питающем конце рельсовой цепи

$$R_{шп} = \frac{I_{рш} R_o (rl + R_e)}{U_{\max} - I_{рш} (R_o + rl + R_e)}; \quad (9)$$

при шунте на релейном конце рельсовой цепи

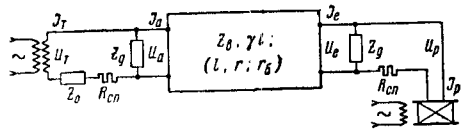
$$R_{шр} = \frac{I_{рш} R_e (rl + R_o)}{U_{\max} - I_{рш} (R_o + rl + R_e)}. \quad (10)$$

При расчётах достаточно определять предельное сопротивление шунта для концов рельсовой цепи.

Наинизшее предельное сопротивление шунта должно быть не менее 0,06 *ом*.

ОСНОВЫ РАСЧЁТА РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Для рельсовых цепей переменного тока (фиг. 308) выражения (1) — (6) (см. «Основы



Фиг. 308. Эквивалентная схема рельсовой цепи переменного тока

расчёта рельсовых цепей постоянного тока») принимают следующий вид:

Постоянная распространения цепи

$$\gamma = \sqrt{Zg}. \quad (1')$$

Волновое сопротивление цепи

$$Z_в = \sqrt{\frac{Z}{g}}, \quad (2')$$

$$U_a = U_e \text{ ch } \gamma l + I_e Z_в \text{ sh } \gamma l, \quad (3')$$

$$I_a = I_e \text{ ch } \gamma l + \frac{U_e}{Z_в} \text{ sh } \gamma l, \quad (4')$$

или

$$U_a = CU_e \left(1 + \frac{Z_к}{Z_e}\right), \quad (5')$$

$$I_a = CI_e \left(1 + \frac{Z_e}{Z_х}\right), \quad (6')$$

где

$$C = \text{ch } \gamma l = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{Z_к}{Z_х}}};\quad Z_e = \frac{U_e}{I_e};$$

$$Z_к = Z_в \text{ th } \gamma l;\quad Z_х = \frac{Z_в}{\text{th} \gamma l}.$$

При этом необходимо иметь в виду, что Z—сопротивление рельсов, а следовательно, γ и $Z_в$ являются комплексными величинами, так же, как U_e и I_e.

Обычный порядок расчёта рельсовых цепей следующий.

Заданы: а) напряжение и сила тока нормальной работы и отпускания путевого реле (U_p, U_{p_0}, I_p, I_{p_0}); б) идеальные фазовые соотношения для путевого реле (в случае применения двухэлементных реле); в) длина рельсовой цепи (l) и её электрические характеристики: сопротивление рельсов (Z) и минимальное сопротивление балласта ($r_б$); г) схема рельсовой цепи и значения сопротивлений включённых в неё элементов (дросселя, ограничивающих сопротивлений) и д) сопротивление соединительных проводов ($R_{сп}$).

Требуется определить: а) напряжение питающего трансформатора, обеспечивающее нормальную работу путевого реле при минимальном сопротивлении балласта, и б) обеспеченность заданного поездного шунта (0,06 *ом*).

Определение напряжения питающего трансформатора:

из схемы рельсовой цепи

$$U_e = U_p + I_p R_{сп};$$

для рельсовых цепей без стыковых дросселей

$$I_e = I_p;$$

для рельсовых цепей со стыковыми дросселями

$$I_e = U_e \frac{Z_д + Z_p + R_{сп}}{Z_д (Z_p + R_{сп})}.$$

По формулам (1′) и (2′) определяем γ и $Z_в$, а следовательно, и γl. Дальнейший расчёт заключается в определении гиперболических функций комплексной величины ($\gamma l = \beta l + j \alpha l$), что может быть сделано обычным путём, имея в виду следующее:

$$\operatorname{sh}\gamma l = \operatorname{sh}(\beta l + j \alpha l) = S e^{j\varphi_S}, \qquad (11)$$

где

$$S = \sqrt{\frac{1}{2}\operatorname{ch} 2\beta l - \frac{1}{2}\cos 2\alpha l};$$

$$\operatorname{tg}\varphi_S = \frac{\operatorname{tg}\alpha l}{\operatorname{th}\beta l};$$

$$\operatorname{ch}\gamma l = \operatorname{ch}(\beta l + j\alpha l) = C e^{j\varphi_C},$$

где

$$C = \sqrt{\frac{1}{2}\operatorname{ch} 2\beta l + \frac{1}{2}\cos 2\alpha l};$$

$$\operatorname{tg}\varphi_C = \operatorname{tg}\alpha l \operatorname{th}\beta l.$$

Определение гиперболических функций может быть значительно проще сделано по номограммам для гиперболических функций комплексных величин.

Зная U_e, I_e, γ и $Z_в$ и подставляя их значения в формулы (3′) и (4′), определяем значения U_a и I_a.

Для рельсовых цепей без стыковых дросселей:

$$I_T = I_a; \quad U_T = U_a + I_a (Z_o + R_{сп}).$$

Для рельсовых цепей со стыковыми дросселями:

$$I_T = I_a + I_д;$$

$$U_T = U_a \left(1 + \frac{Z_o + R_{сп}}{Z_д}\right) + I_a (Z_o + R_{сп}).$$

Значения U_a и I_a более просто могут быть определены по известным значениям сопротивлений холостого хода и короткого замыкания рельсовых цепей (Z_x и $Z_к$) по формулам (5′) и (6′). Значения Z_x и $Z_к$ для наиболее распространённых типов рельсовых цепей приведены в табл. 73.

При всех расчётах за начало отсчёта векторов рекомендуется принимать вектор тока в путевой обмотке реле или напряжения на нём. В первом случае получившийся в результате расчёта аргумент вектора U_T даст фактический угол между током путевой и напряжением местной обмоток путевого реле, так как напряжения путевого трансформатора и местной обмотки реле совпадают по фазе.

При отклонении получившегося угла от идеального на величину $\Delta\varphi$ принятое в расчёте напряжение на двухэлементном путевом реле должно быть увеличено до $U'_p = \frac{U_p}{\cos\Delta\varphi}$. Это вызовет пропорциональное увеличение напряжения питающего трансформатора.

Получившееся в результате расчёта напряжение питающего трансформатора должно быть

Таблица 73

Значения Z_x, $Z_к$ и C

Длина рельсовой цепи в *км*	$Z=0{,}8\ e^{j65}$ *ом/км*						$Z=1.0\ e^{j56}$ *ом/км*					
	$Z_к$		Z_x		C		$Z_к$		Z_x		C	
	модуль	аргумент в град.	модуль	аргумент в град.	модуль	аргумент в град.	модуль	аргумент в град.	модуль	аргумент в град.	модуль	аргумент в град.
0,3	0,236	64	3,38	1,0	1,01	2	0,298	55	3,35	1,0	1,025	2
0,5	0,385	61	2,08	3,5	1,04	5	0,470	52	2,13	4,0	1,07	6
0,8	0,590	57	1,36	8,0	1,13	12	0,705	47	1,42	8,5	1 22	14
1,2	0,783	49	1,02	16,5	1,32	25	0,900	40	1,11	15,5	1,35	20
1,5	0,808	44	0,92	20,5	1,57	35	0,975	36	1,02	20,0	1,54	27
2,0	0,930	37	0,86	27,5	2,18	51	1,040	31	0,96	25,0	1,92	36

Примечания. 1. Таблица дана для $r_б = 1$ *ом км*.

2. При $l < 0{,}3$ *км* $Z_к \approx Zl$; $Z_x \approx \frac{r_б}{l}$.

менее максимального напряжения, которое можно получить от принятого типа путевого трансформатора при минимальном расчётном напряжении питающей сети. (Обычно принимается напряжение на 10—15% ниже номинального.)

Значения U_a и I_a могут быть определены более просто, представляя рельсовую цепь цепью с сосредоточенной утечкой. Зависимость U_a и I_a от U_e и I_e определится в этом случае выражениями (7 и (8) с заменой омического сопротивления рельсов (R) комплексным сопротивлением (Z).

Для цепи с сосредоточенной утечкой весьма удобным и наглядным является графический способ расчёта, т. е. построением векторной диаграммы рельсовой цепи. Замена реальной рельсовой цепи цепью с сосредоточенной утечкой вызывает некоторую погрешность в расчёте, тем бо́льшую, чем длиннее рельсовая цепь. Так, рельсовые цепи до 500 *м* для практических расчётов всегда можно представлять цепями с сосредоточенной утечкой.

При большей длине такой допуск можно делать только для приближённых расчётов.

Из других способов расчёта аналогично рельсовой цепи постоянного тока могут быть отмечены способы расчёта с применением гиперболических позиционных углов, графо-аналитический способ и способ с применением коэфициентов C и K, обычно определяемых по номограммам.

Определение шунтовой чувствительности рельсовых цепей переменного тока ведут с учётом фазовых соотношений, которые при двухэлементных реле могут или ухудшать или улучшать условия шунтирования.

Для определения предельного сопротивления поездного шунта принимается отсутствие утечки через балласт ($R_б = \infty$) и наибольшее напряжение питающего трансформатора ($U_{T\,max}$). Последнее определяют расчётом регулировочного режима рельсовой цепи (см. выше) с увеличением на возможное колебание питающего напряжения.

Значение предельного сопротивления шунта рельсовой цепи определяют из выражения:

$$R_ш = \frac{Ae^{j\varphi_A}}{\frac{U_T}{I_{pш}} - Be^{j\varphi_B}}. \qquad (12)$$

Для рельсовой цепи со стыковыми дросселями:

при шунте на релейном конце рельсовой цепи

$$A = \left[Z_o + Zl\left(1 + \frac{Z_o}{Z_д}\right)\right](Z_p + R_{сп}); \qquad (13)$$

при шунте на любом конце рельсовой цепи

$$B = \left[1 + \frac{Zl + Z_o}{Z_д} + \frac{Z_o}{Z_д}\left(1 + \frac{Zl}{Z_e}\right)\right](Z_p + R_{сп}); \qquad (14)$$

$$Z_e = \frac{Z_д(Z_p + R_{сп})}{Z_д + Z_p + R_{сп}};$$

при шунте на питающем конце рельсовой цепи

$$A = Z_o\left(1 + \frac{Zl}{Z_e}\right)(Z_p + R_{сп}), \qquad (13')$$

где $I_{pш}$—значение тока в обмотке реле, обеспечивающей надёжное отпускание его сектора.

Этими же выражениями нетрудно воспользоваться для рельсовой цепи без стыковых дросселей, исключив из них $Z_д$.

Приняв за начало отсчёта векторов вектор U_T, обозначив $I_{pш} = I_{p\,ш}e^{j\varphi_{pш}}$, выражение (12) по предложению Брылеева приводится к виду:

$$\frac{1}{I_{pш}}e^{j\varphi_{pш}} = \frac{Be^{j\varphi_B}}{U_T} + \frac{Ae^{j\varphi_A}}{U_T R_ш}. \qquad (15)$$

Уравнение (15) при двухэлементном реле имеет неизвестные $R_ш I_{pш}$ (сила тока надёжного отпускания сектора реле при фактическом фазовом соотношении) и $\varphi_{pш}$ (фактический угол между U_T и $I_{pш}$) и решается геометрически. Для этого задаются силой тока надёжного отпускания сектора реле при идеальном фазовом соотношении ($I_д$) и значением идеального угла между током путевой и напряжением местной обмоток ($\varphi_д$).

Уравнение (15) при одноэлементном реле имеет неизвестные $R_ш$ и $\varphi_{p\,ш}$ и решается также геометрически. Для этого задаются силой тока надёжного отпадания якоря реле.

ИЗМЕРЕНИЕ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

Общие указания

Основными видами измерений в рельсовых цепях являются измерения: силы тока и напряжения в различных точках цепи, параметров рельсовых цепей (сопротивления рельсов и балласта), фазовых соотношений в рельсовых цепях с двухэлементными реле, сопротивления стыков рельсов.

Для измерения силы тока и напряжения в рельсовых цепях постоянного тока обычно применяют магнитоэлектрические приборы. При этом собственное потребление энергии прибором (в практических пределах его изменения) мало влияет на результаты измерения и с ним можно не считаться.

Для измерения силы тока и напряжения в рельсовых цепях переменного тока применяют электродинамические (в том числе ферродинамические) и детекторные приборы. При этом следует учитывать собственное потребление прибора и стремиться брать приборы с меньшим потреблением мощности. При измерениях на электрифицированном участке следует применять приборы, не реагирующие на присутствие постоянного тока и не искажающие показаний при наличии постоянной составляющей в переменном токе.

При измерениях следует иметь в виду возможность искажения результатов от влияния соседних рельсовых цепей, вследствие чего последние при точных измерениях желательно на время измерения отключать. Необходимо учитывать частые изменения параметров рельсовых цепей по времени, отчего связанные между собой измерения (например измерения силы тока и напряжения для опре-

деления сопротивления) надо производить без больших перерывов, тем более не допуская между двумя измерениями прохода по рельсовым цепям поезда.

Для исключения влияния на результаты измерений блуждающих токов следует при измерениях менять полярность применяемого источника тока. Учитывая, что в рельсовых цепях мы имеем дело с малыми величинами сопротивлений балласта и особенно рельсов, необходимо при выборе схемы измерений стремиться исключать влияние сопротивления подводящих проводов и контактов.

Измерение параметров рельсовых цепей

Определение основных параметров рельсовых цепей постоянного тока (r и r_ℓ) производят способом холостого хода и короткого замыкания. Определяют

$$R_к = \frac{U_к}{I_к} \text{ и } R_x \quad \frac{U_x}{I_x},$$

где $U_к$, $I_к$, U_x и I_x — соответственно напряжения и силы тока, измеренные на питающем конце рельсовой цепи при коротком замыкании и изоляции на релейном конце.

$$r = \gamma \sqrt{R_x R_к} \quad ом/км, \qquad (16)$$

$$r_б = \frac{\sqrt{R_x R_к}}{\gamma} \quad ом \cdot км, \qquad (17)$$

где

$$\gamma = \frac{\operatorname{arc\,th} \sqrt{\frac{R_к}{R_x}}}{l},$$

или

$$\gamma = \frac{1}{2l} \ln \frac{1 + \sqrt{\frac{R_к}{R_x}}}{1 - \sqrt{\frac{R_к}{R_x}}}.$$

Для определения основных параметров рельсовых цепей переменного тока (Z и $r_б$), кроме определения $Z_к = \frac{U_к}{I_к}$ и $Z_x = \frac{U_x}{I_x}$, требуется определение U_e (напряжение на релейном конце рельсовой цепи при холостом ходе).

$$|Z| = \sqrt{Z_x Z_к (\beta^2 + \alpha^2)} \quad ом/км; \qquad (18)$$

$$r_б = \sqrt{\frac{Z_x Z_к}{\beta^2 + \alpha^2}} \quad ом \cdot км,$$

где

$$\operatorname{ch} 2\beta l = \frac{U_x^2}{U_e^2}\left(1 + \frac{Z_к}{Z_x}\right);$$

$$\cos 2\alpha l = \frac{U_x^2}{U_e^2}\left(1 + \frac{Z_к}{Z_x}\right).$$

Фазный угол рельсов

$$\varphi_p = \varphi_x + \varphi_к,$$

где φ_x и $\varphi_к$ — аргументы Z_x и $Z_к$.

Для коротких рельсовых цепей (до 500 — 600 *м*), а также при высоком сопротивлении балласта (сухой или промёрзший балласт) для практических измерений можно принять:

$$r = \frac{R_к}{l}, \text{ или } Z = \frac{Z_к}{l}.$$

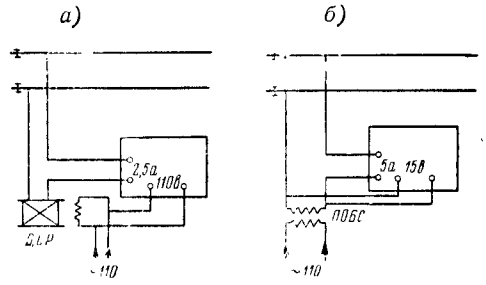
Для коротких рельсовых цепей, а также при низком сопротивлении балласта и нормальном сопротивлении рельсов аналогично можно принять:

$$r_б = R_x l, \text{ или } r_б = |Z_x| l.$$

Измерение фазовых соотношений

Измерение фазовых соотношений в рельсовых цепях производят главным образом при двухэлементных путевых реле для выяснения угла сдвига фаз между токами и напряжениями путевой и местной обмоток.

Наиболее удобно измерять фазовые соотношения при помощи фазометра. На фиг. 309,*а*



Фиг. 309. Схемы включения фазометра

показана схема включения фазометра (модель 480) для определения угла сдвига фаз между током путевой обмотки и напряжением местной обмотки.

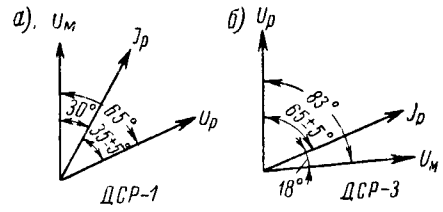
За начало отсчёта векторов принят вектор напряжения. Положение стрелки фазометра и положение переключателя квадрантов покажут, насколько вектор тока опережает вектор напряжения. Следует иметь в виду, что, например, опережение на 330° (IV квадрант) означает отставание на 30°. Таким образом, положение стрелки в IV квадранте будет указывать на отставание вектора тока от вектора напряжения, причём угол может отсчитываться по шкале I квадранта. Переход от II или III квадранта к IV и I может быть произведён переключением концов одной из обмоток прибора.

На фиг. 310 показаны идеальные фазовые соотношения для реле ДСР-1 и ДСР-3.

Измерение фазовых соотношений можно производить также для определения параметров рельсовых цепей (фазового угла рельсов и рельсовых цепей в целом). Схема включения фазометра для этого случая изображена на фиг. 309,*б*. При этом определяют угол сдвига фаз между током и напряжением на питающем конце рельсовой цепи.

Последнее измерение может быть произведено также методом трёх вольтметров с применением активного сопротивления и последующим расчётом, использующим треугольник, получившийся в результате измерений

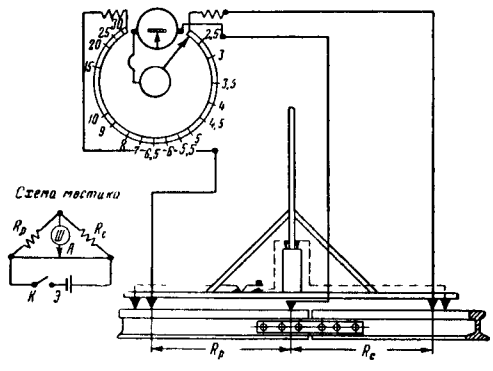
напряжений. (Подробно см. в соответствующих руководствах по электрическим измерениям.)



Фиг. 310. Идеальные фазовые соотношения для реле ДСР-1 и ДСР-3

Измеренне сопротнвления стыков рельсов

Для измерения сопротивления стыков рельсов при наличии стыковых соединителей, или без них, обычно применяют схему моста (фиг. 311).



Фиг. 311. Схема измерения сопротивлеиия стыков

По этой схеме сопротивление стыка сравнивается с сопротивлением целого рельса. Положение движка реохорда указывает, во сколько раз сопротивление стыка больше сопротивления отрезка целого рельса. Зная сопротивленне отрезка рельса, можно определить сопротивление стыка. Обычно этого не требуется и получившийся отсчёт по реохорду уже указывает на исправность или неисправность стыка.

При электротяге описанный прнбор может не иметь своего источника питания, в этом случае используется падение напряжения тягового тока в рельсах.

Нахождение мест повреждений в рельсовых цепях

Место обрыва рельсовых цепей или повышенного сопротивления рельсового стыка может быть обнаружено последовательным измерением напряжения в ряде точек по длине рельсовой цепи. Обрыв рельсовой цепи или повышенне сопротивления будет обнаруживаться более резкнм изменением или отсутствнем напряжения после точкн обрыва. При нахождении места повышенного сопротивлення желательно замкнуть рельсовую цепь на релейном конце для создання максимального падения напряжения в рельсах, прн котором резче будет заметен «скачок» напряжения.

Для отыскания места короткого замыкания в рельсовой цепи переменного тока применяют катушку индуктивности (с сердечником или без него) с телефоном. Прн поднесении катушкн к рельсу, по которому идёт переменный ток, в телефоне прослушивается индуктированный ток. Проходя с катушкой вдоль рельсовой цепи, легко обнаружить место короткого замыкання илн большой сосредоточенной утечки. За точкой замыкания звук в телефоне более или менее резко снижается, и, поднеся катушку к предполагаемому пути замыкания (как, например, гарнитура стрелки, изолирующий стык), в телефоне будет слышен звук. Для удобства прослушивания целесообразно пернодически прерывать цепь питания, создавая импульсы тока в рельсе.

В рельсовых цепях постоянного тока такой же способ может быть применён путём пернодического замыкания и размыкания питающей цепи. В этом случае в моменты включения и выключения цепи в катушке будет наводиться э. д. с., достаточная для прослушнвання.

ОСОБЫЕ ВИДЫ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

Кодовые рельсовые цепи

Рельсовые цепи, которые получают питание не непрерывно, а кратковременными (порядка 0,1—0,5 сек.) посылками с интервалами между нимн, называют кодовыми. Кодовые рельсовые цепи могут быть постоянного тока для участков с паровой тягой и переменного тока для участков с электротягой. Датчиком посылок тока определённой продолжительности и периодичности является трансмиттер—прибор, обрывающий и замыкающий цепь источника питания рельсовой цепи. В качестве путевого реле применяют быстродействующее импульсное путевое реле. Кодовые рельсовые цепи имеют следующие преимущества перед некодовыми:

а) более высокая шунтовая чувствительность и чувствительность к излому рельса, а следовательно, возможность прн той же норме предельного сопротивления шунта создания рельсовой цепи значительно большей длины (до 3 *км* и даже несколько выше);

б) полная защита от посторонних токов вследствие того, что схема автоблокировки при кодовых рельсовых цепях обеспечивает контроль кодовой работы путевого реле, а при возбуждении его от некодового тока приводит к запрещающему показанию сигнала;

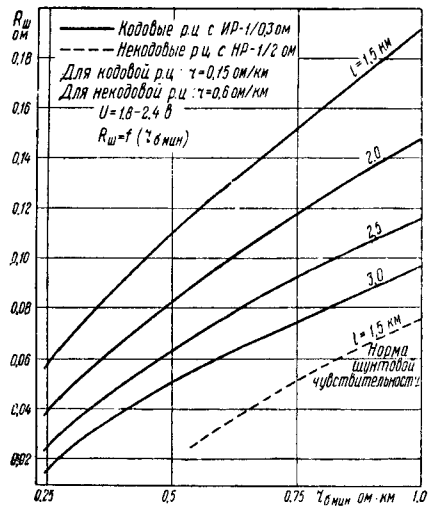
в) возможность при автоблокировке отказаться от линейных проводов за счёт применения кодовой селекции по самой рельсовой цепи для связи между соседними сигналами.

Более высокая шунтовая чувствительность кодовых рельсовых цепей получается в результате того, что для замыкания фронтовых контактов путевого реле при занятой рельсовой цепи требуется наличие в его об-

мотках силы тока притяжения, в то время как в рельсовых цепях с непрерывным током для этого достаточно силы тока отпускания реле.

Рельсовая цепь длиной 1,5 *км* при $r_б = 1$ *ом·км* имеет предельное сопротивление шунта при непрерывном питании 0,06 *ом* и при кодовом питании 0,25 *ом*.

Преимущество, указанное в п. «а», позволяет обеспечить работу рельсовой цепи нормальной длины (до 1,5 *км*) при низком



Фиг. 312. Зависимость $R_ш$ от $r_б$ для кодовых рельсовых цепей

сопротивлении балласта. Зависимость предельного сопротивления шунта от сопротивления балласта для кодовых и некодовых рельсовых цепей показана на фиг. 312.

Виды и схемы кодовых рельсовых цепей, применяемые на дорогах сети, приведены в табл. 67 и на фиг. 284, *ж* и *з*.

Системы кода, схема и аппаратура кодовых рельсовых цепей соответственно описаны в главе «Автоматическая блокировка».

Рельсовые цепи при электротяге переменного тока

При электротяге переменного тока обычно применяют рельсовые цепи также переменного тока, но другой, более высокой частоты. Частоту выбирают с таким расчётом, чтобы на путевое реле не могли воздействовать как ток основной частоты электротяги, так и гармоники от тока этой основной частоты. Обмотки путевого реле ограждают фильтрами, препятствующими попаданию в него электротягового тока и его гармоник. В качестве путевого реле в такой рельсовой цепи может применяться реле индукционного типа (например *ДСР*). Другим типом реле может быть центробежное частотное реле, при котором отдельного фильтра уже не требуется.

В рельсовых цепях при электротяге переменного тока применяют стыковые дроссели значительно большего, чем при электротяге постоянного тока, сопротивления (до 4 *ом*), рассчитанные на меньшую силу тягового тока, что позволяет достигнуть значительно меньших размеров дросселя.

Такие рельсовые цепи на дорогах СССР не применяют ввиду отсутствия электротяги на переменном токе.

В США при частоте электротягового тока 25 *гц* для рельсовых цепей применяют ток частотой 60 *гц*.

Короткие станционные рельсовые цепи могут устраиваться однониточными с питанием их от постоянного тока.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Автоматической блокировкой называется система регулирования движения поездов, в которой показания сигнала связаны с состоянием (свободностью или занятостью) участка пути на перегоне (блок-участка), ограждаемого этим сигналом. Весь перегон разделён на блок-участки, каждый из которых ограждается отдельным сигналом. Единственным видом сигнала при автоблокировке на дорогах СССР является светофор. Связь светофора с состоянием пути осуществляется при помощи рельсовой цепи. На каждом блок-участке может находиться только один поезд.

Автоблокировка даёт возможность:

а) значительно повысить пропускную способность участка;

б) ускорить продвижение поездов при неравномерном их выпуске с участковых станций, при диспетчерской регулировке, а также при затруднениях в движении поездов на участке;

в) обеспечить безопасность движения поездов на перегонах и на станциях при увязке последних с автоблокировкой.

Существует следующая классификация систем автоблокировки.

По числу сигнальных показаний: а) двузначная, б) трёхзначная (основная), в) четырёхзначная.

По направлению движения: а) односторонняя на двухпутных участках, б) двусторонняя на однопутных участках, в) двусторонняя на двухпутных участках.

По системе питания: а) постоянного тока при силовой линии 6 *кв* с резервом от аккумуляторов; б) постоянного тока при силовой линии 6 *кв* с резервом от первичных элементов; в) постоянного тока при силовой линии 0,5 *кв* с резервом от первичных элементов; г) переменного тока при силовой линии 6 *кв*; д) постоянного тока на первичных элементах.

По наличию проводов между сигнальными точками: а) проводная, б) беспроводная (кодовая, или с поляризованными р. ц.).

По типу светофоров: а) с линзовыми светофорами; б) с прожекторными светофорами.

По времени горения светофоров: а) с нормально горящими светофорами (без предварительного зажигания); б) с нормально погашенными светофорами (с предварительным зажиганием).

УСТРОЙСТВА АВТОБЛОКИРОВКИ

Устройствами автоблокировки на перегоне являются сигнальные установки, в которые входят: а) светофоры, устанавливаемые на бетонных фундаментах в определённых расчётом местах пути; б) релейные шкафы, в которых размещаются реле, трансформаторы, выпрямители и другие приборы; в) изолирующие стыки, кабельные стойки и кабели рельсовой цепи; г) бетонные батарейные колодцы или ящики с аккумуляторами или первичными элементами (колодцы имеются только при паровой тяге).

Вдоль пути для энергоснабжения автоблокировки идёт силовая линия (обычно воздушная, редко кабельная), которая может образуют так называемые «разрезные установки», или «разрезные точки».

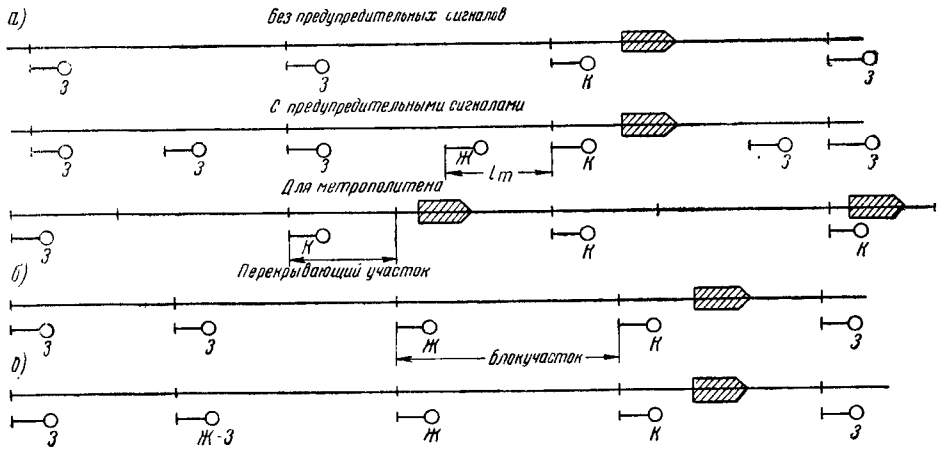
РАССТАНОВКА СВЕТОФОРОВ

Двузначную систему сигнализации в СССР применяют только на метрополитене; схема её сигнальных показаний приведена на фиг. 313,*а*.

Трёхзначная система сигнализации является основной, принятой на дорогах сети (фиг. 313,*б*).

Четырёхзначную систему сигнализации (фиг. 313,*в*) применяют на отдельных участках с интенсивным движением, где обращаются поезда различных тормозных путей, весов и скоростей (например, грузовые поезда и моторвагонные секции).

Расстановка сигналов при трёхзначной системе сигнализации производится с учётом движения поездов на зелёный огонь светофора. Это требует, чтобы заданный интервал между двумя попутно следующими поездами обеспечивался при разграничении



Фиг. 313. Схемы сигнализации
(*з*, *жс*, *к*, — соответственно зелёный, жёлтый, красный огни светофоров)

быть отдельной столбовой линией, питаемой напряжением 6 *кв*, или совмещённой с линией связи и питаемой напряжением 0,5 *кв*. Около сигнальных точек на линии устанавливаются силовые понижающие трансформаторы и кабельные ящики. На линии подвешиваются, кроме силовых, сигнальные провода для увязки показаний смежных сигналов и связи их со станциями. Через кабельный ящик и кабель, соединяющий ящик с релейным шкафом, сигнальные и питающие провода подаются к приборам релейного шкафа.

Сигнальная установка с сигналом по одному пути называется одиночной установкой, или одиночной сигнальной точкой. Сигнальная установка с двумя сигналами по двум путям называется спаренной установкой, или спаренной сигнальной точкой. Самые сигналы в этом случае называются спаренными сигналами.

Релейные шкафы, устанавливаемые у изолирующих стыков на перегоне без сигналов, поездов тремя блок-участками (фиг. 314). Наименьший интервал

$$I = 0{,}06\,\frac{l_п + 3\,l_{бл}}{v_{ср}},$$

где $l_п$ — длина поезда;
$l_{бл}$ — длина блок-участка;
$v_{ср}$ — средняя скорость поезда в данном месте.

Ранее был принят для двухпутных участков интервал 8 мин. и для однопутных участков 6 мин.

ТУ 1948 г. установлен интервал 10 мин. для двухпутных и однопутных участков. Для пригородных участков интервал устанавливается техническим заданием (обычно 4—6 мин.).

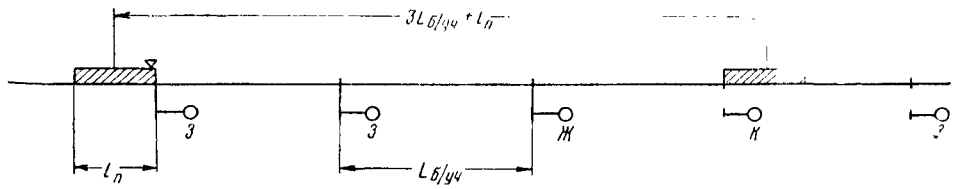
Интервал может быть также специально задан.

По величине интервала может быть легко определена пропускная способность участка для одностороннего направления движения

(см. ТСЖ, том 10, главу «Пропускная способность»).

Основными данными для расстановки сигналов являются:

1) продольный профиль пути;



Фиг. 314. Интервал при трёхзначной сигнализации

2) веса поездов (существующих и перспективных);

3) серии локомотивов (существующих и перспективных), наличие толкачей и род топлива.

ПОРЯДОК РАССТАНОВКИ СИГНАЛОВ

1. По спрямлённому профилю и данным поезда строят кривые скорости для центра тяжести (условной середины) поезда (см. ТСЖ, том 6, раздел «Тяговые расчёты»). Кривые скорости для двухпутных участков строят с учётом остановки поезда только на тех раздельных пунктах, где это требуется по техническим соображениям. Кривые скорости для однопутных участков строят с учётом остановки поезда на всех раздельных пунктах, а для пригородных поездов — на всех остановочных пунктах.

Построение кривых скорости и расстановку сигналов в зависимости от задания делают на перспективные, реже на существующие веса поездов и серию локомотивов.

За начало кривой скорости принимают ось парка отправления товарных поездов или ось станции. На кривых скорости делаются минутные засечки времени.

2. По минутным засечкам откладывают заданный интервал (в данном случае 8 мин.— точка *a* на кривой фиг. 315). От полученной точки назад откладывают расстояние, равное $^1/_2 l_п$, и отмечают светофор первой серии (2077).

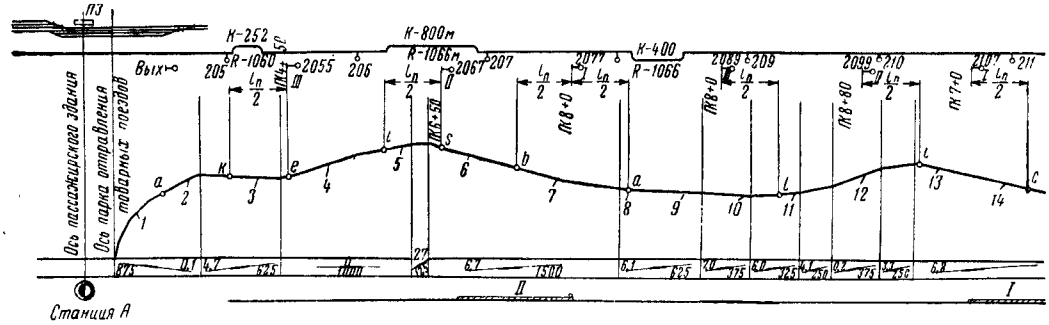
Расстановка светофоров второй и третьей серий производится делением времени хода между сигналами первой серии на 3. Например, если выходной светофор находится на ординате, соответствующей засечке времени 1,7 мин., а первый светофор первой серии (2077) на ординате, соответствующей засечке времени 7,1 мин., то $^1/_3$ времени хода между этими сигналами равна

$$\frac{7{,}1 - 1{,}7}{3} = 1{,}8 \text{ мин.}$$

Первый светофор второй серии окажется на ординате, соответствующей засечке времени 1,7 + 1,8 = 3,5 мин. (светофор 2055), и первый светофор третьей серии окажется на ординате, соответствующей засечке времени 1,7 + 2 · 1,8 = 5,3 мин. (светофор 2067). Последующие светофоры второй и третьей серий расстанавливают по заданному интервалу аналогично светофорам первой серии.

3. При расстановке сигналов должно учитываться следующее: длина блок-участка должна быть не менее 800 *м* и не менее длины автостопного тормозного пути. В том случае, если расстояние между сигналами по расчёту оказывается меньше, принимают минимально допустимую длину блок-участка и проверяют получившийся интервал при разграничении поездов тремя и двумя блок-участками. В тяжёлых по профилю местах допускается расстановка сигналов с разграничением поездов двумя блок-участками.

Блок-участки между входными и предупредительными светофорами должны быть не более 1 500 *м* (для сохранения заданного



Фиг. 315. Расстановка светофоров на перегоне

От светофора откладывают назад ещё расстояние, равное $^1/_2 l_п$ (точка *b* на кривой). Точка *b* является начальной для отсчёта следующего интервала до второго светофора первой серии и т. д.

интервала при входе поезда, имеющего на станции остановку).

Расчёт ведут на фактическую длину поезда; для грузовых поездов она принимается не менее 720 *м*.

Смещение светофоров с ординат, получившихся при расчёте, для улучшения видимости или для совмещения светофоров разных направлений допускается в том случае, если интервал при этом изменяется не более чем на 2 мин., а для пригородных участков 0,5 мин.

Перегонные светофоры, расположенные на затяжных подъёмах, при остановке у которых не обеспечено взятие с места тяжеловесных поездов, снабжаются пермиссивными сигналами. Определение пермиссивности производят по таблицам в зависимости от наибольших весов поездов, серий локомотивов и подъёма. Пермиссивность предупредительных сигналов не допускается.

Полученная в результате расчётов расстановка сигналов должна быть проверена опытными поездками, основной задачей которых является:

а) проверка заданного интервала;

б) исключение возможности попадания светофора на обрывное место пути;

в) проверка видимости светофоров и корректировка их размещения по местным условиям.

При четырёхзначной сигнализации сигналы расставляют, исходя из движения поезда, имеющего меньшую скорость или меньший тормозной путь. При этом длина каждого блок-участка должна быть не менее тормозного пути этого поезда. Сумма длин двух смежных блок-участков должна быть не менее тормозного пути поезда, имеющего больший тормозной путь.

При двусторонней автоблокировке расстановка сигналов производится аналогично односторонней, но сигналы устанавливают для каждого пути в обоих направлениях движения. Особенностью двусторонней автоблокировки на двухпутных участках является наличие определённого нормального направления движения для каждого пути и возможность перемены направления только с разрешения участкового диспетчера.

Каждому перегонному сигналу присваивают номер, составляемый из цифр километра и пикета, на которых установлен сигнал. Последнюю цифру номера для сигналов чётного направления принимают чётной, а для сигналов нечётного направления—нечётной. На двухпутных и многопутных участках при наличии двусторонней автоблокировки впереди к цифре номера добавляется цифра, указывающая путь, к которому относится сигнал.

Расстановка светофоров на станциях при автоблокировке на примыкающих перегонах в основном аналогична расстановке светофоров при электрической централизации.

СХЕМЫ ПУТЕВОЙ АВТОБЛОКИРОВКИ

Основные требования к схемам

Основные требования, предъявляемые к схемам путевой автоблокировки:

1. Наличие красного огня на светофоре при занятом (хотя бы одним скатом) блок-участке.

2. Наличие жёлтого огня при свободности первого и занятости второго блок-участка (при трёхзначной сигнализации).

3. Наличие зелёного огня при свободности двух блок-участков (при трёхзначной сигнализации).

4. Перенос красного огня на предыдущий светофор при перегорании лампы красного огня данного светофора.

5. Появление огня на светофоре при предварительном зажигании не позднее вступления поезда на предыдущий блок-участок.

6. Исключение возможности открытия выходного светофора или получения разрешающего показания проходных светофоров при выходе на перегон встречного поезда или открытии выходного светофора для встречного движения в двусторонней автоблокировке.

7. Исключение возможности появления на светофоре более разрешающего показания, чем то, которое вызывается местонахождением поездов при практически возможном повреждении в устройствах.

8. Бесперебойность работы автоблокировки, в том числе при прекращении энергоснабжения от основного источника.

Схемы питания автоблокировки

Схемы питания автоблокировки разделяются на схемы постоянного тока (с рельсовыми цепями постоянного тока), применяемые при паровой или тепловозной тяге, и схемы переменного тока (с рельсовыми цепями переменного тока), применяемые при электрической тяге.

Применяется шесть различных схем питания, приведённых в табл. 74 и на фиг. 316,*а—д*.

До 1946 г. типовой схемой постоянного тока была схема, указанная в п. 1 табл. 74. После 1946 г. типовыми являются схемы, указанные в пп. 2, 3, 4 табл. 74.

Схемы односторонней (двухпутной) трёхзначной автоблокировки

Схемы односторонней трёхзначной автоблокировки применяются на сети в следующих вариантах:

а) с прожекторными светофорами и предварительным зажиганием (фиг. 317);

б) с прожекторными светофорами без предварительного зажигания (применяется главным образом при автоблокировке переменного тока);

в) с линзовыми светофорами без предварительного зажигания (фиг. 318) (являлась типовой до 1944 г.).

Назначение, тип реле и работа схемы приведены в табл. 75.

В зависимости от системы питания изменяется схема включения огневого реле.

Схема фиг. 317 дана для буферной системы питания и схема фиг. 318 — для смешанной системы.

В качестве *ЛР* в схемах с линзовыми светофорами ранее вместо реле СКР-1 применялось реле КР-1 с медленно действующим повторителем *ЛСР* (НР-1—900 *ом*), исключавшим проблеск красного огня при смене полярности.

Таблица 74

Схемы питания автоблокировки

Система питания	Рельсовых цепей		Светофоров		Реле	
	Источник питания					
	основной	аварийный	основной	аварийный	основной	аварийный
1. Смешанная система при 6-*кв* силовой линии и аккумуляторах (фиг. 316,*а*)	Буфер, выпрямитель ВАК-15 с одним аккумулятором	1 аккум.	Переменный ток, трансформатор СОБС	6 аккум.	Буфер, выпрямитель ВАК-8 с одним аккумулятором	6 аккум.
2. Буферная система при 6-*кв* силовой линии и аккумуляторах (фиг. 316, *б*)	То же	1 аккум.	Буфер, выпрямитель ВАК-8 с аккумуляторами	6 аккум.	То же	6 аккум.
3. Смешанная система при 6-*кв* линии и первичных элементах	Выпрямитель ВАК-15	2—3 первичных элемента МОЭ	Переменный ток, трансформатор СОБС	20 первичных элементов МОЭ	Выпрямитель ВАК-8	20 первичных элементов МОЭ
4. Смешанная система при силовой линии 0,5 *кв* и первичных элементах (фиг. 316, *д*)	Выпрямитель КВ-15 с трансформатором ПОБС-75	2—3 первичных элемента МОЭ	Переменный ток, трансформатор ПОБС-75	20 первичных элементов МОЭ	Выпрямитель КВ-8 с трансформатором ПОБС-75	20 первичных элементов МОЭ
5. Система переменного тока при 6-*кв* силовой линии (фиг. 316, *в*)	Переменный ток, трансформатор ПОБС	—	Переменный ток, трансформатор СОБС	—	Выпрямитель ВАК-8	—
6. От первичных элементов (фиг. 316, *г*)	2—4 первичных элемента МОЭ	—	20 первичных элементов МОЭ	—	20 первичных элементов МОЭ	—

Таблица 75

Типы и назначение реле одиосторонией (двухпутной) автоблокировки

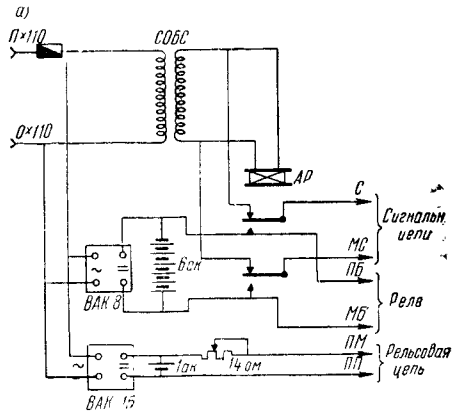
Обозначение реле	Название	Типы реле				Назначение реле
		прожекторные светофоры		линзовые светофоры		
		при буферной системе	при переменном токе	при смешанной системе	при переменном токе	
ПР	Путевое реле	НР-1 4 *ф*—4*т* 2 *ом*	ДСР-1 или ДСР-3а	НР-1 4 *ф*—4*т* 2 *ом*	ДСР-1 или ДСР-3а	Работает в зависимости от свободности (якорь притянут) или занятости (якорь отпущен) рельсовой цепи
ЛР	Линейное реле	Реле *ПС*	Реле *ПС*	СКР-1	СКР-1	Переключает огни светофора (меняет положение рамки в *ПС*) в зависимости от состояния рельсовой цепи и показания следующего светофора. При линзовых светофорах своими контактами меняет полярность в линейной цепи к предыдущему светофору
ОР	Огневое реле	НР-11 4*ф*—4*т* 500/0,6 *ом*	НР-11 4*ф*—4*т* 500/0,6 *ом* с выпрямителем	УНР-3	УНР-3	Контролирует целость нити лампы и при перегорании её при красном огне светофора обрывает линейную цепь к предыдущему светофору. При прожекторных светофорах, кроме того, меняет полярность в линейной цепи в случае перегорания лампы при разрешающем огне светофора
ПЗЖР или ЛСР	Реле разрешающего положения рамки	НР-1 4*ф*—4*т* 900 *ом*	НР-1 4*ф*—4*т* 900 *ом*	—	—	В схемах с прожекторными светофорами меняет полярность в линейной цепи к предыдущему светофору
ПЗР	Реле предварительного зажигания сигналов	НР-1 4*ф*—4*т* 40 *ом*	—	—	—	Включённое в линейную цепь, отпускает якорь при вступлении поезда на предыдущий блок-участок, замыкая цепь питания светофорной лампы

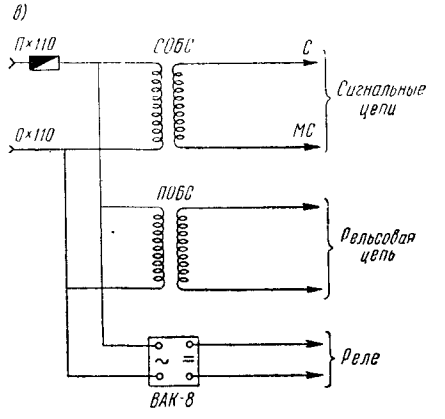
Примечание. К обозначению реле добавляется цифра или буква, указывающая номер сигнала или направление движения (Н или Ч), а к обозначению путевого реле—условный номер конца рельсовой цепи данной сигнальной точки (см. ниже «Проектирование автоблокировки»).

Схемы двусторонней (однопутной) автоблокировки

Применяют следующие схемы двусторонней трёхзначной автоблокировки:

а) трёхпроводная схема с блок-реле (являлась типовой до 1946 г.);





б) трёхпроводная схема БФ-ЦНИИ* (принята как типовая с 1946 г.);

в) двухпроводная схема без контроля перегона.

Каждая из схем может применяться в следующих вариантах:

а) для линзовых светофоров без предварительного зажигания;

б) для линзовых светофоров с предварительным зажиганием;

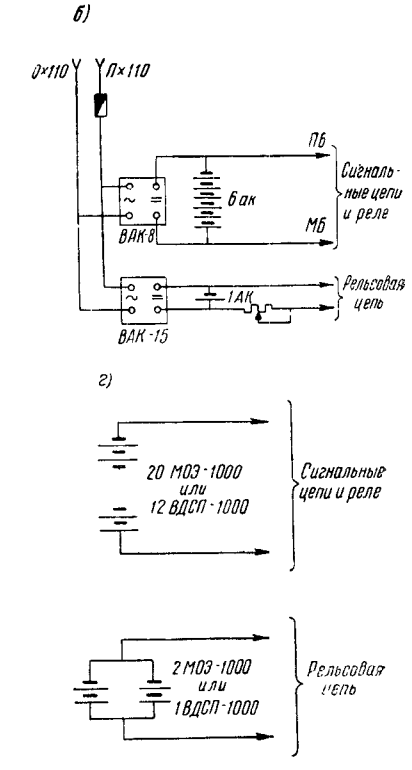
в) для прожекторных светофоров без предварительного зажигания (прнменяют, начиная с 1945 г., при электротяге);

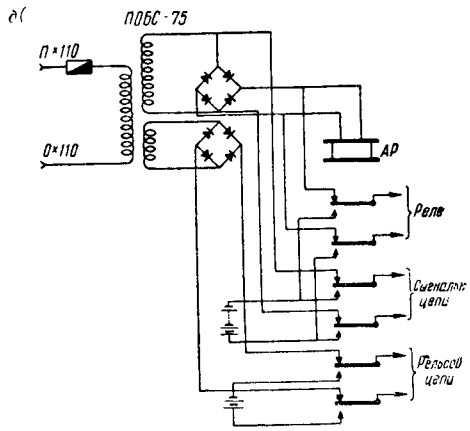
г) для прожекторных светофоров с предварительным зажиганием (применяют, начиная с 1945 г., при паровой тяге).

Схемы включения огневого реле различны при различных системах питания.

На фнг. 319 показана схема с блок-реле при линзовых светофорах без предварительного зажигания. На фиг. 320 показана схема БФ-ЦНИИ при прожекторных светофорах с предварительным зажиганием. На фиг. 321 показана двухпроводная схема при прожекторных светофорах с предварительным зажиганием. Схема включения огневого реле на фиг. 319 показана для смешанной системы питания, на фиг. 320 и 321 — для питания от первичных элементов или буферной системы.

Помимо перечисленных схем применяется схема двусторонней двухпутной автоблокировки с шестью проводами на путь. Ввиду незначительного распространения и отсутствия перспектив для дальнейшего применения эта схема здесь не приводится.

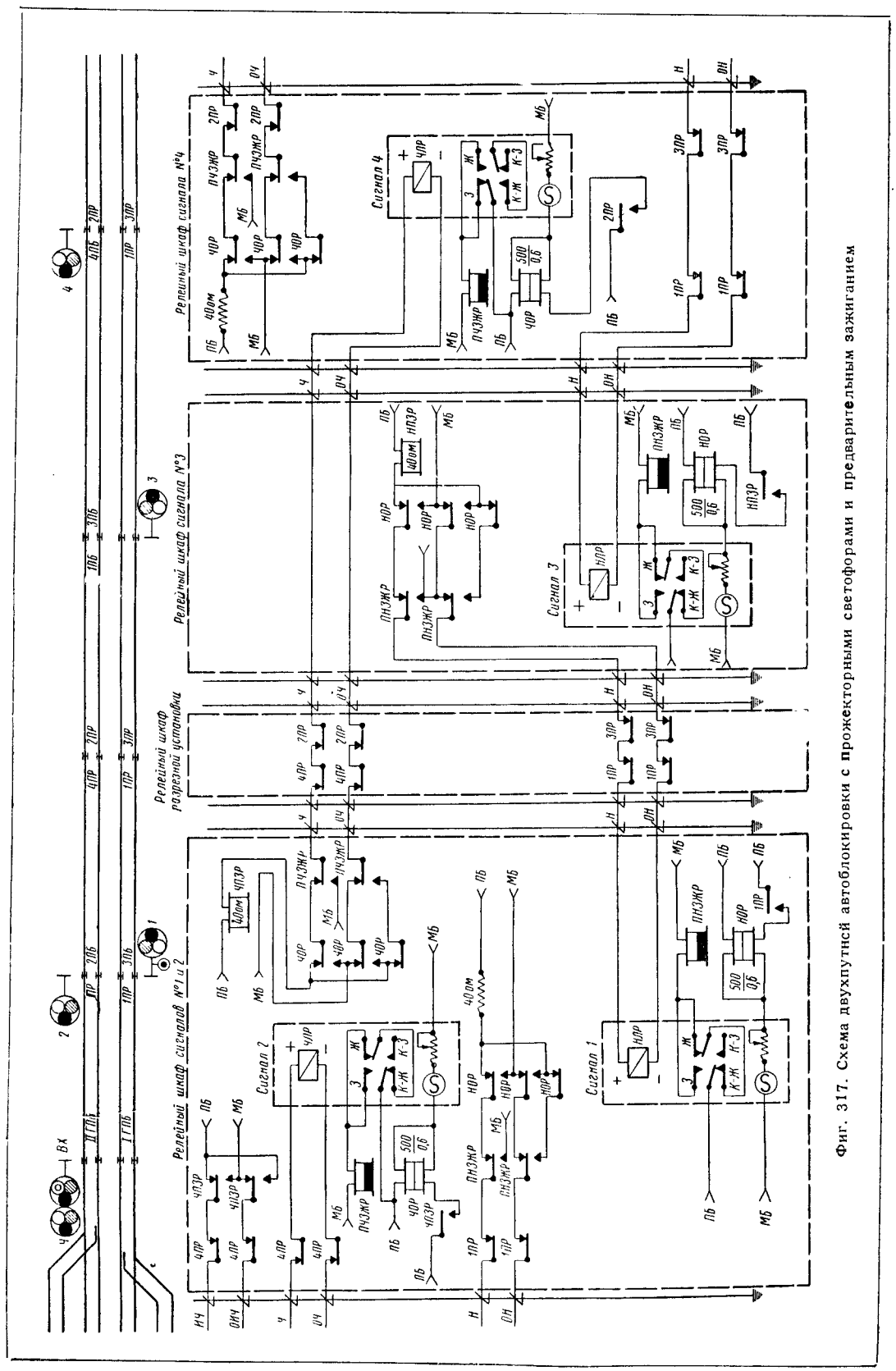




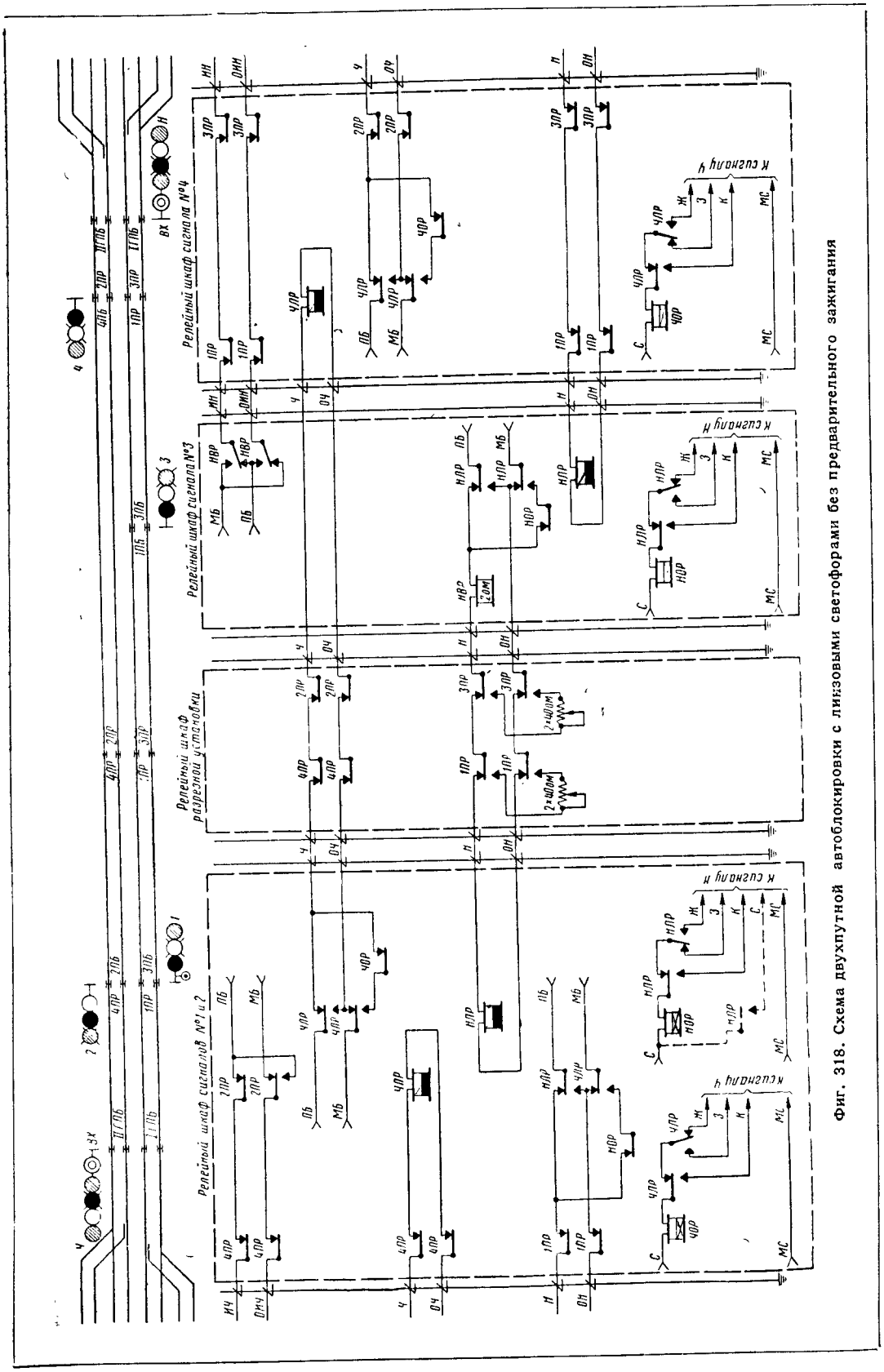
Фиг. 316. Схемы питания автоблокировки

Работа схемы с блок-реле (фиг.319). Спецификация и назначение реле приведены в табл 76. Нормально светофоры обоих направлений

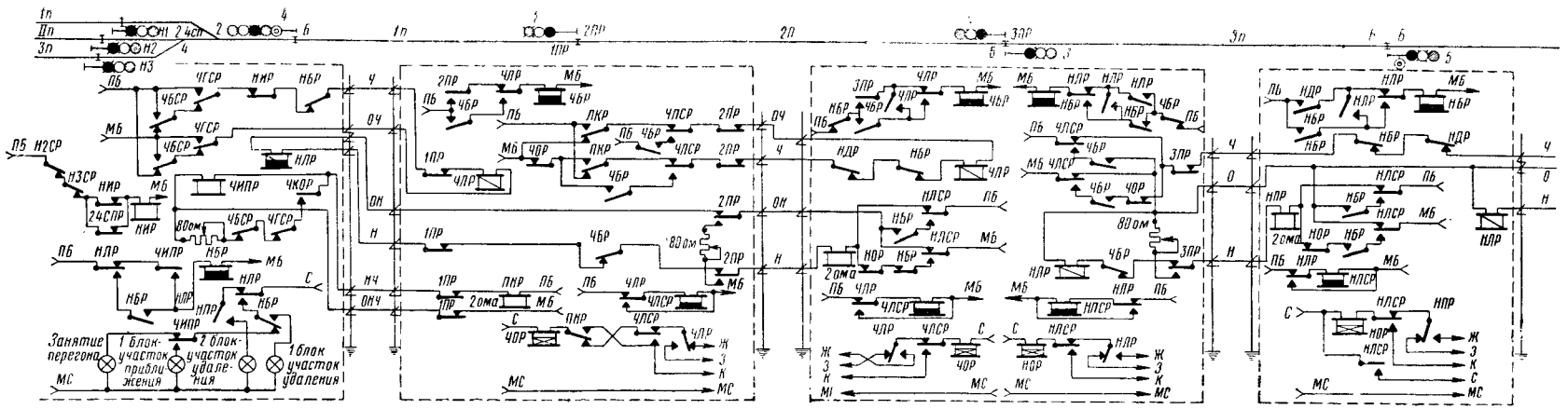
* Получила название от фамилий авторов Брылеева А. М. и Фонарёва Н. М.



Фиг. 317. Схема двухпутной автоблокировки с прожекторными светофорами и предварительным зажиганием



Фиг. 318. Схема двухпутной автоблокировки с лизовыми светофорами без предварительного зажигания



Фиг. 319. Схема однопутной автоблокировки с блок-реле

Таблица 76

Типы и назначение реле двусторонней (однопутной) автоблокировки с блок-реле (при линзовых светофорах)

Обозначение реле	Название	Типы реле	Назначение реле
ПР	Путевое реле	См. табл. 75	См. табл. 75
ОР	Огневое реле	То же	
ЛР	Линейное реле	КР-1	Переключает огни светофора в зависимости от состояния рельсовой цепи и показания следующего светофора. Контактами меняет полярность в линейной цепи к предыдущему светофору. Обесточивается при противоположном направлении движения
ЛСР	Линейно-сигнальное реле	НР-1 4ф—4т 900 ом	Медленно действующий повторитель *ЛР*. Переключает огни светофора в зависимости от положения *ЛР*
БР	Блок-реле	То же	Возбуждается при занятии предыдущего блок-участка и удерживает якорь до проследования данного и последующего блок-участков. При этом *БР* контактами в цепи *ЛР* своего направления обеспечивает восстановление линейной цепи за поездом, а контактами в цепи *ЛР* и *БР* обратного направления исключает возможность их возбуждения
ДР	Дополнительное реле	НР-1 4 ф—4т 2ом	Устанавливается при отсутствии в данной точке *ПР* предыдущего блок-участка. Возбуждается по линейной цепи при отпускании якоря *ПР* и включает цепь *БР*

Примечание. При прожекторных светофорах меняется лишь *ЛР* на реле *ПС*.

горят зелёным огнём (кроме предупредительных, которые горят жёлтым огнём). Лампы занятости перегона на пультах обеих станций погашены. Открытие выходного светофора возможно на любой из станций, ограничивающих перегон. Открытие выходного светофора приводит к прекращению питания линейной цепи противоположного направления. При этом все светофоры противоположного направления загораются красным огнём (при схеме без предварительного зажигания), и на пульте станции приёма загорается лампа занятости перегона.

После проследования поездом сигнальной точки и освобождения двух последующих блок-участков светофор противоположного направления загорается разрешающим огнём в том случае, если в том же направлении не отправлен второй поезд. По прибытии поезда на станцию сигналы обоих направлений горят зелёным огнём, лампы занятости перегона гаснут и имеется возможность отправлять поезд любого направления.

Работа схемы БФ-ЦНИИ (фиг. 320). Спецификация и работа реле приведена в табл. 77. Нормально установлено одно из направлений движения. При этом светофоры противоположного направления погашены. Работа схемы при движении поездов в установленном направлении происходит аналогично работе схемы односторонней автоблокировки.

Схема перемены направления приведена на фиг. 322. Спецификация реле приведена в табл. 78.

Нормально цепь реле направления, состоящая из провода *Н* (с последовательно включёнными в него обмотками реле направления и контактами путевых реле всего перегона) и провода *О* (являющегося общим с цепью линейного реле), питается со станции

Таблица 77

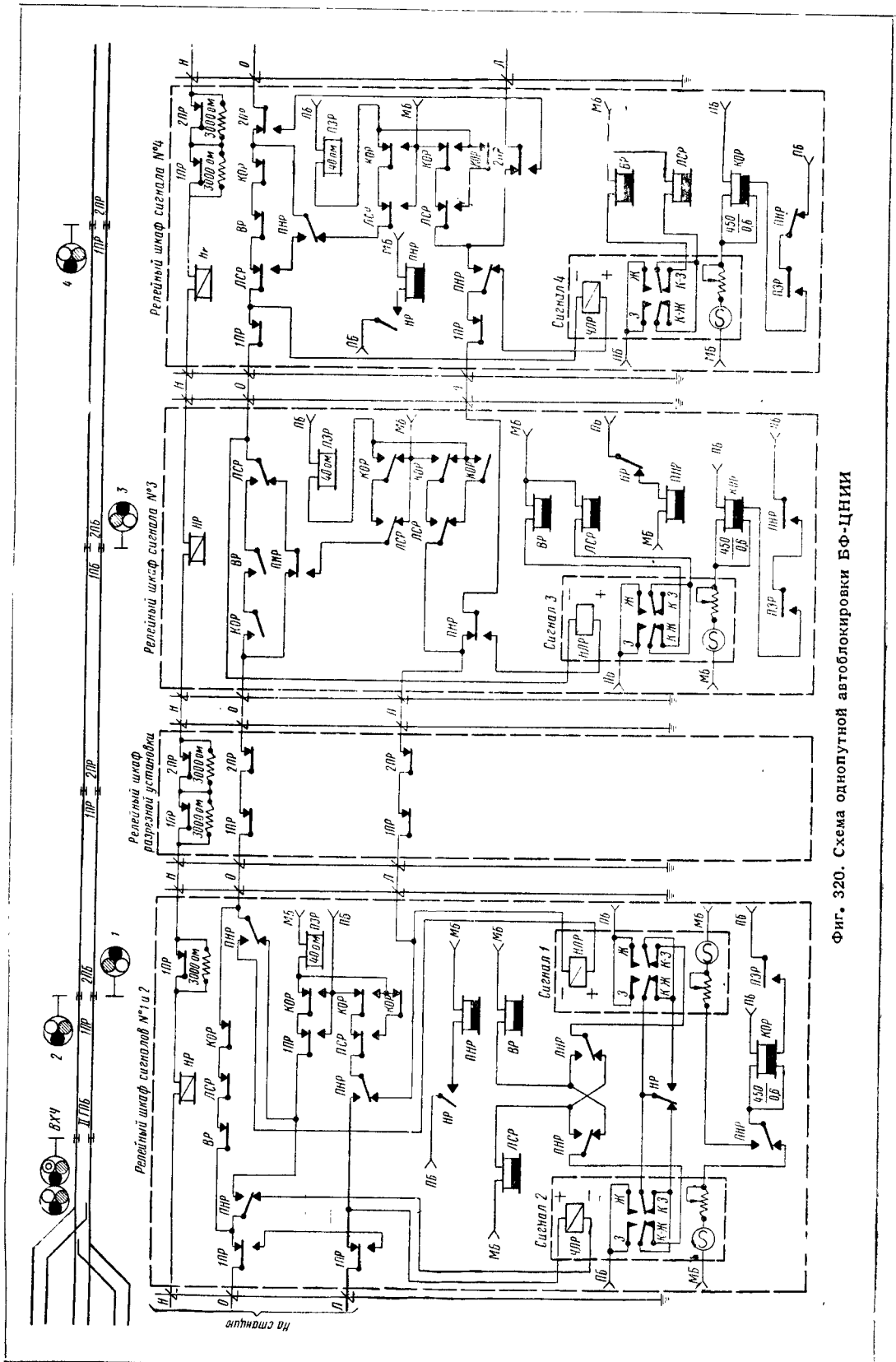
Типы и назначение реле автоблокировки БФ-ЦНИИ

Обозначение реле	Название	Тип реле		Назначение реле
		прожекторный светофор	линзовый светофор	
ПР *ОР* *ЛР*	Путевое реле Огневое реле Линейное реле	—	—	См. табл. 75
		Реле *ПС*	СКР-1	Переключает огни светофора (меняет положение рамки *ПС*) в зависимости от состояния рельсовой цепи, показания следующего светофора и положения контактов *НР*. Обесточено при противоположном направлении движения
ЛСР	Линейно-сигнальное реле	НР-1 4 *ф*—4 *т* 900 *ом*	—	Контролирует положение рамок *ПС* (открытое для одного и закрытое для другого направления) и в зависимости от положения рамок (показания сигнала) меняет полярность линейной цепи к предыдущему светофору
НР	Реле направления	КР-1 60 *ом* 2 *нп* 4 *ф*—4 *т* (или 24 *ом*)	КР-1 60 *ом* 2 *нп* 4 *ф*—4 *т* (или 24 *ом*)	В зависимости от полярности тока, посылаемого со станции, меняет направление движения (т. е. своими поляризованными контактами переключает цепи светофоров и линейные цепи). При свободном перегоне, при установленном направлении движения через обмотки *НР* идёт ток, недостаточный для притяжения якоря реле, при занятом перегоне ток отсутствует
ПНР (или *ЧНР* и *ННР*)	Повторитель реле направления	НР-1 400 *ом* 6 *фт*, или 900 *ом* 4*ф*—4*т*	НР-1 400 *ом* 6 *фт*, или 900*ом* 4*ф*—4*т*	Повторитель положения поляризованных контактов *НР*
ВР	Вспомогательное реле	НР-1 900 *ом* 4*ф*—4*т*	—	Контролирует нормальное разрешающее положение рамки *ПС*, замыкая при этом цепь контроля перегона, используемую при перемене направления. Служит для исключения возможности получения ложных показаний сигнала при сообщении линейных проводов
ПЗР	Реле предварительного зажигания	НР-1 40 *ом* 4*ф*—4*т*		Работает по линейной цепи, отпускает якорь при занятии поездом предыдущего блок-участка

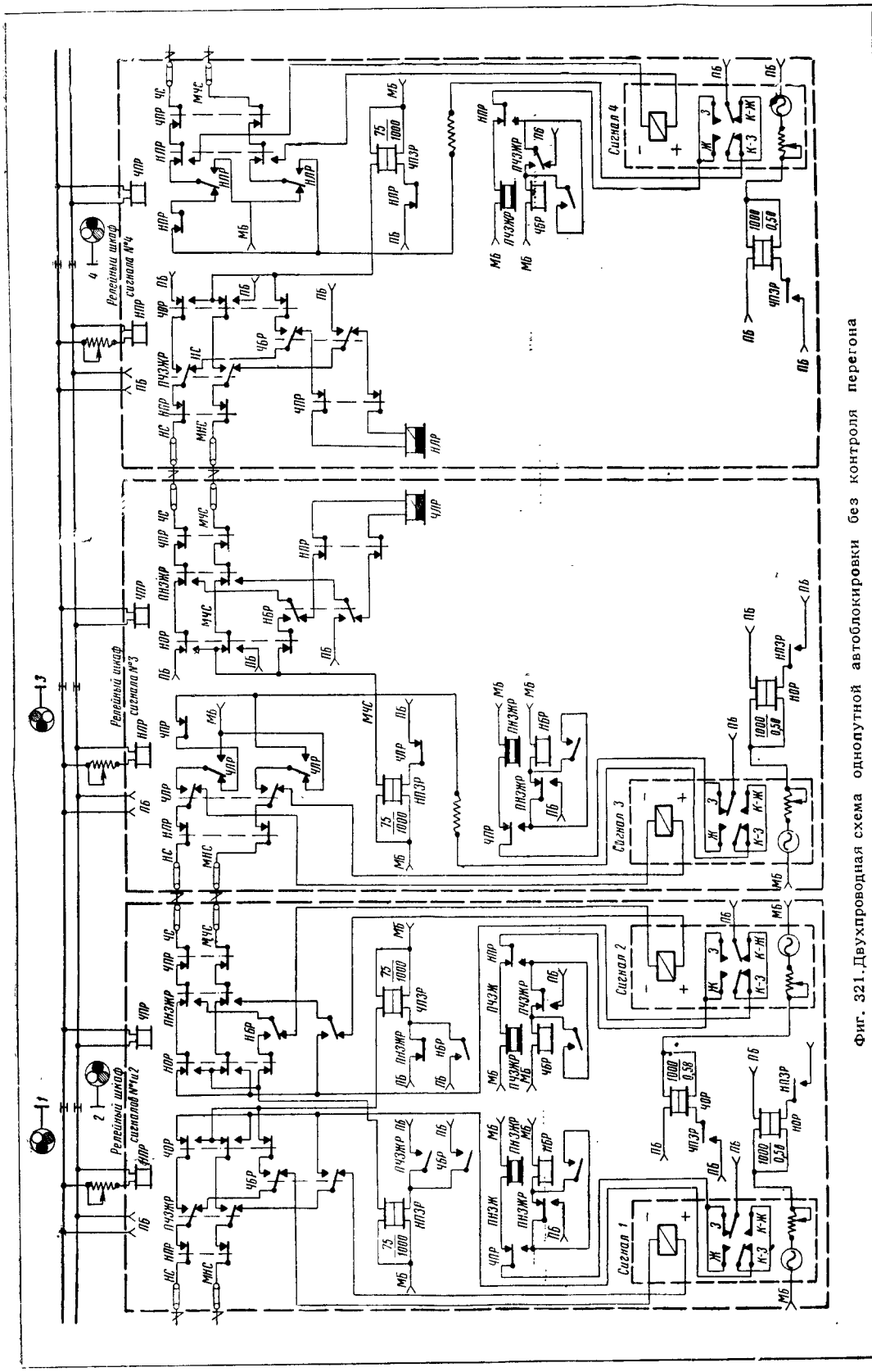
Таблица 78

Реле для схемы изменения направления автоблокировки БФ-ЦНИИ

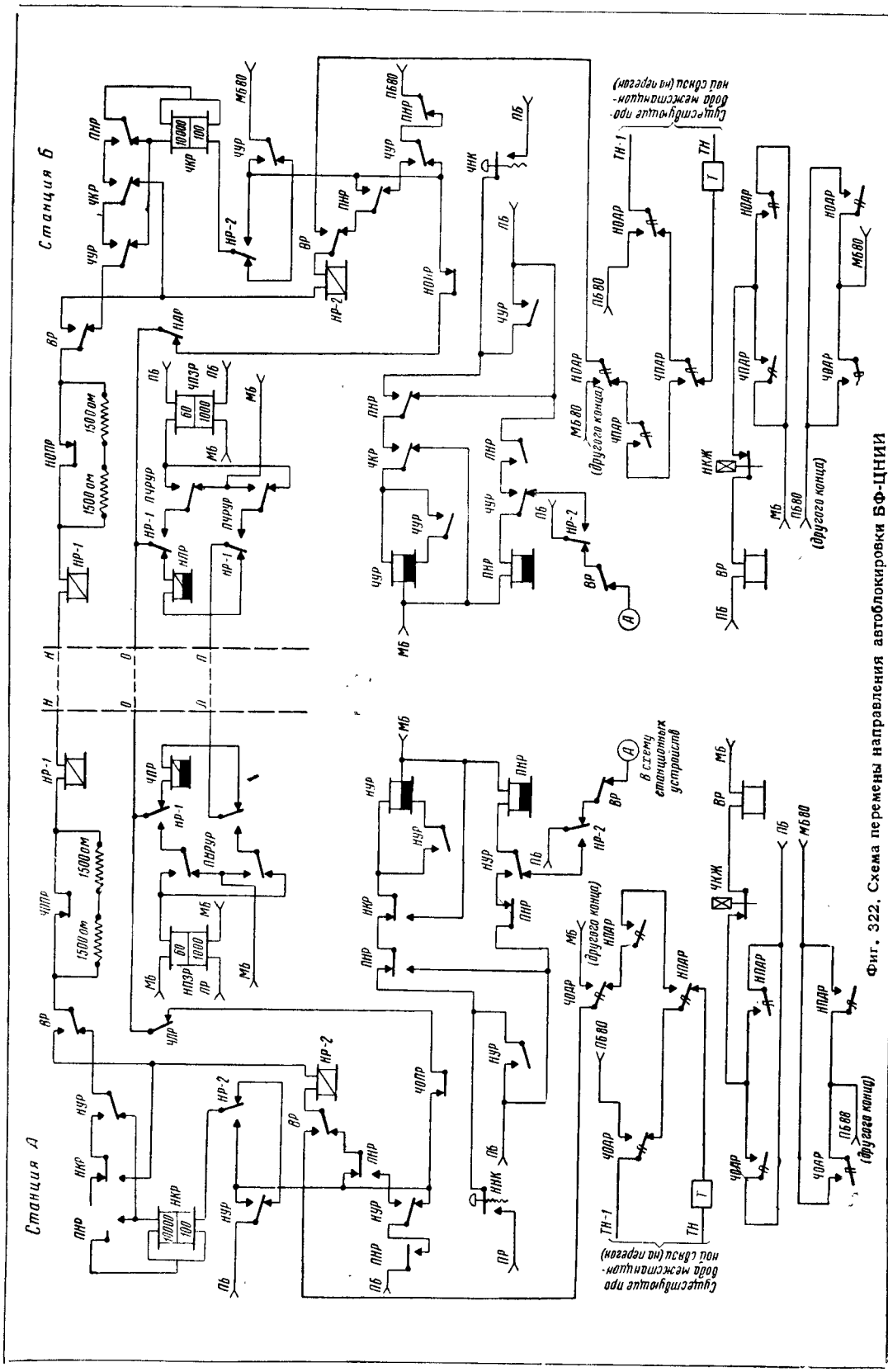
Обозначение реле	Название	Тип реле
КР (*НКР* или *ЧКР*)	Реле контроля перегона	НР-1 10 000/100 *ом*
НР (*ННР* или *ЧНР*)	Реле направления	КР-1 60 *ом* или 24 *ом*
УР (*НУР* или *ЧУР*)	Управляющее реле	НР-1медленно действующее 400 *ом*
ПНР (*ПННР* или *ПЧНР*)	Повторитель реле направления	НР-1медленно действующее 900 *ом*
ВР(*НВР* или *ЧВР*)	Вспомогательное реле	НР-1быстро действующее 1 000 *ом*



Фиг. 320. Схема однопутной автоблокировки БФ-ЦНИИ



Фиг. 321. Двухпроводная схема однопутной автоблокировки без контроля перегона



Фиг. 322. Схема перемены направления автоблокировки БФ-ЦНИИ

отправления, но наличие в этой цепи обмотки *КР* станции приёма сопротивлением 10 000 *ом* ограничивает силу тока и не позволяет *НР* притянуть якори. *КР* станции приёма имеет притянутый якорь, а *КР* станции отправления—отпущенный якорь. На пульте станции приёма горит красная и на пульте станции отправления—зелёная лампа. При выходе поезда на перегон цепь прямого провода *П* и обратного *О* обрывается контактами путевых реле, и реле *КР* отпускает якорь, зажигая лампу занятости перегона.

Для перемены направления ДСП станции приёма нажимает кнопку *НК*, в результате чего при свободности перегона возбуждается *УР* и самоблокируется. Своими контактами *УР* отключает от линии высокоомную обмотку *КР*, отчего сила тока в цепи направления увеличится, и *КР* станции, установленной на отправление, притягивает якорь. Контактами *КР* второй станции замыкается цепь *УР*, которое обрывает цепь *КР* и подготовляет цепь тока обратной полярности. *КР* обеих станций с замедлением отпускают якори, обрывая цепи своих *УР* и замыкая цепь тока обратной полярности. В результате импульса тока обратной полярности все *НР* перебрасывают поляризованные якори. *УР*, с замедлением отпуская якори, обрывают питание линейной цепи и тыловыми контактами возбуждают *ПНР*, устанавливающие изменённое направление. В схеме может быть легко обеспечено обязательное участие двух ДСП в перемене направления.

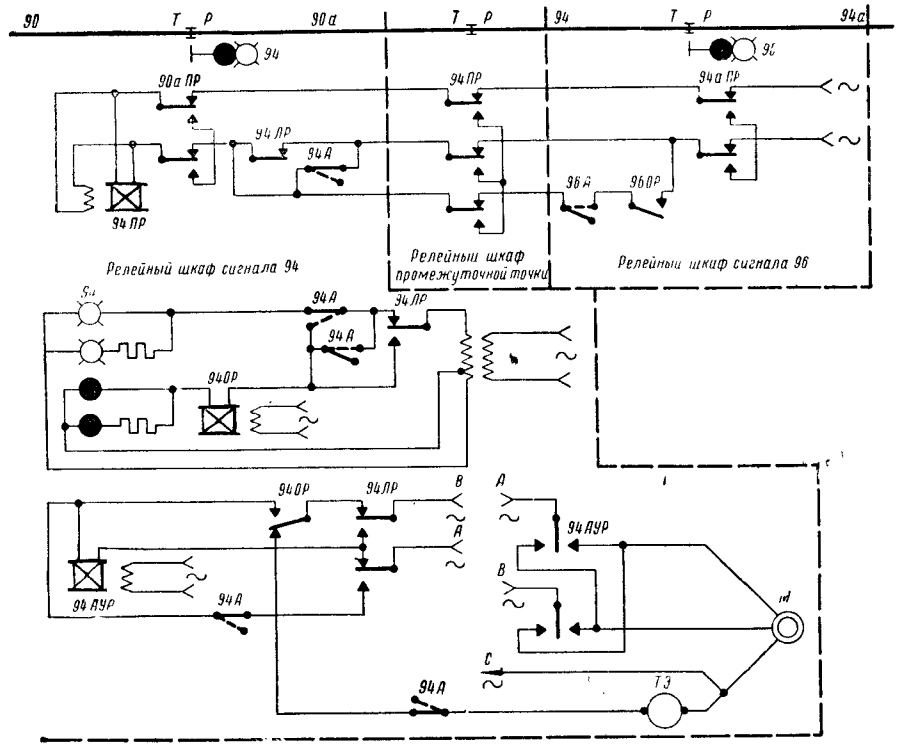
Схема допускает изменение направления при повреждении одной рельсовой цепи на перегоне посредством использования нормально запломбированных рукояток *РВ* и реле *ВР*. Цепь перемены направления в этом случае составляется из провода *Н* и одного из проводов межстанционной связи с питанием её от 160 *в*. Для нормального питания цепей направления используется батарея первичных элементов или аккумуляторная батарея напряжением 60—80 *в*.

Для питания цепей перемены направления при повреждённой рельсовой цепи батареи двух сторон станции соединяются последовательно.

Двухпроводная схема без контроля перегона (фиг. 321) ввиду ограниченного применения здесь не описывается.

Прочие схемы автоблокировки

Схема двузначной автоблокировки, применяемой на метрополитене, показана на фиг. 323. Схема характерна зависимостью каждого светофора не только от рельсовых цепей своего блок-участка, но и от «перекрывающего» участка, входящего в следующий блок-участок.



Фиг. 323. Схема двузначной автоблокировки метрополитена

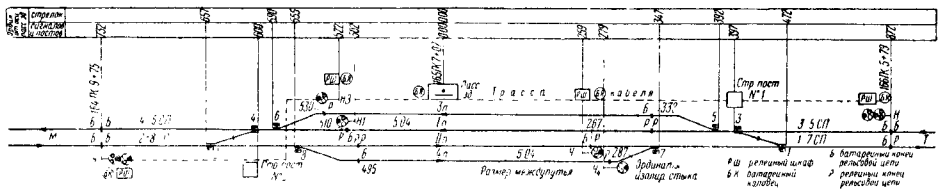
Эта особенность связана с применением механического автостопа. Кроме того, в линейную цепь автоблокировки введён контакт закрытого положения автостопа, вызывающий появление красного огня на предыдущем светофоре в том случае, если автостоп не пришёл в закрытое положение.

Схемы четырёхзначной автоблокировки не приводятся из-за их ограниченного применения.

СТАНЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА АВТОБЛОКИРОВКИ

Основные требования

Путевая автоматическая блокировка обычно увязывается с одним из следующих видов устройств СЦБ на станциях: а) электрической централизацией стрелок, б) механической централизацией стрелок и в) ключевой



Фиг. 324. Примерная схема осигнализования промежуточной станции при ключевой зависимости

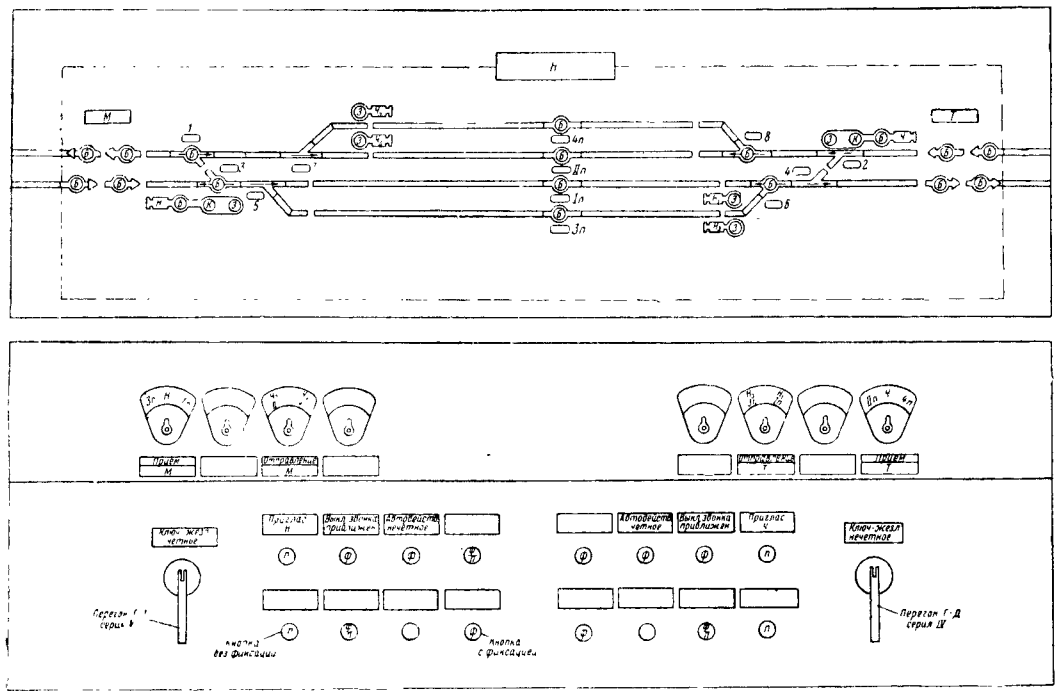
зависимостью стрелок. Во всех этих случаях увязка обеспечивает следующие основные зависимости.

1. Открытие входного светофора возможно при условии правильного положения всех стрелок, входящих в маршрут, свободности стрелок и пути приёма и отсутствия заданных враждебных маршрутов.

2. Открытие выходного светофора возможно при условии свободности одного или двух блок-участков удаления, правильного положения стрелок, входящих в маршрут, свободности стрелок и отсутствия заданных враждебных маршрутов. При свободности двух блок-участков на выходном светофоре зажигается зелёный, а при свободности одного — жёлтый огонь.

3. Открытие выходного светофора на однопутных участках, кроме условий, указанных в п. 2, возможно лишь в том случае, если на перегоне нет поезда противоположного направления и на соседней станции не открыт выходной светофор.

4. На табло обеспечивается контроль свободности или занятости двух блок-участков удаления и двух или одного блок-участка приближения. На однопутных участках, кроме того, обеспечивается контроль выхода по-



Фиг. 325. Внешний вид табло и пульта управления (сигнального централизатора)

езда с соседней станции или контроль установленного направления.

5. Обеспечивается зависимость показаний предупредительного светофора автоблокировки от показаний входного светофора.

Схемы увязки автоблокировки с электрической централизацией приведены в главе «Электрическая централизация».

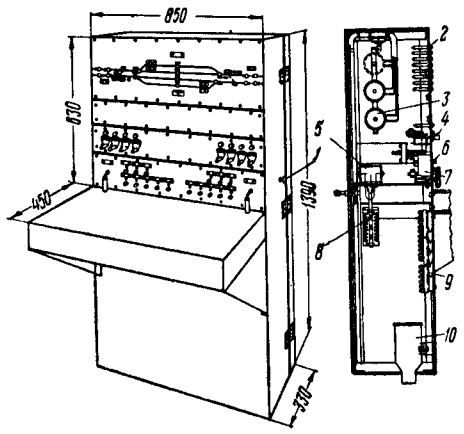
На станциях, имеющих ручные стрелки, для увязки с автоблокировкой выполняют следующие работы:

а) устанавливают входные и выходные светофоры;

б) изолируют пути приёма и стрелочные участки в маршрутах приёма и отправления;

в) оборудуют стрелки ключевой зависимостью с установкой централизаторов на стрелочных постах;

г) увязывают светофоры и стрелки между собой при помощи электрических зависимо-



Фиг. 326. Внешний вид пульта управления (сигнального централизатора: *1*—ключ контрольного стрелочного замка; *2*—сигнальная лампа; *3*—звонок; *4*—маршрутно-сигнальный коммутатор; *5*—контрольный стрелочный замок; *6*—нажимная кнопка; *7* — замок для хозяйственных поездов и толкачей; *8*—контактная система контрольного стрелочного замка; *9*—клемма 12-штырная; *10*—муфта для разделки кабеля

стей с управленнем и контролем их с сигнального централизатора, установленного в помещении дежурного по станции.

Примерная схема осигнализования промежуточной станции на двухпутном участке и внешние виды пультов управления (сигнального централизатора) для этой станции показаны на фиг. 324—326.

На больших станциях временно, до централизации стрелок, устройства, указанные выше, можно применять частично.

Те же устройства, кроме ключевой зависимости и сигнального централизатора, применяют на станциях, имеющих механическую централизацию стрелок.

Схемы увязки автоблокировки со станциями при ключевой зависимости

Применяется много вариантов схем увязки автоблокировки со станциями при ключевой зависимости. Они могут быть разделены на следующие типы.

По местоположению основных зависимостей: а) с центральными зависимостями, б) с местными зависимостями.

По типу примыкающих перегонов: а) для станций на двухпутных участках, б) для станций на однопутных участках.

По типу светофоров: а) при прожекторных светофорах, б) при линзовых светофорах.

По времени горения светофоров: а) с предварительным зажиганием, б) без предварительного зажигания.

По способу замыкаиия стрелок: а) без запирания маршрутных рукояток в стрелочных централизаторах, б) с частичным или полиым запиранием маршрутных рукояток в стрелочиых централизаторах.

Полное запирание маршрутных рукояток применяют при наличии нескольких стрелочных постов, участвующих в задании маршрута, а также в отдельных случаях при удалении входного светофора от стрелки. При наличии запирания маршрутных рукояток в стрелочных централизаторах в последних имеются электрозащёлки (пунктир на схемах фиг. 327 и 329).

Схема открытия входных и выходных светофоров должна обеспечивать противоповторное замыкание, т. е. невозможность самопроизвольного открытия светофора после прохода поезда или после занятия и освобождения секции. При помощи кнопки автоматического действия (*ЧАК* или *НАК*) входные и выходные светофоры могут переводиться на автоматическое действие, в этом случае противоповторность с них снимается.

Для отправления толкача или поезда с возвращением обратно на станцию отправления в сигнальном централизаторе имеется ключ-жезл (*ЧКЖ* и *НКЖ*), дающий возможность после его изъятия лишь один раз открыть выходной светофор.

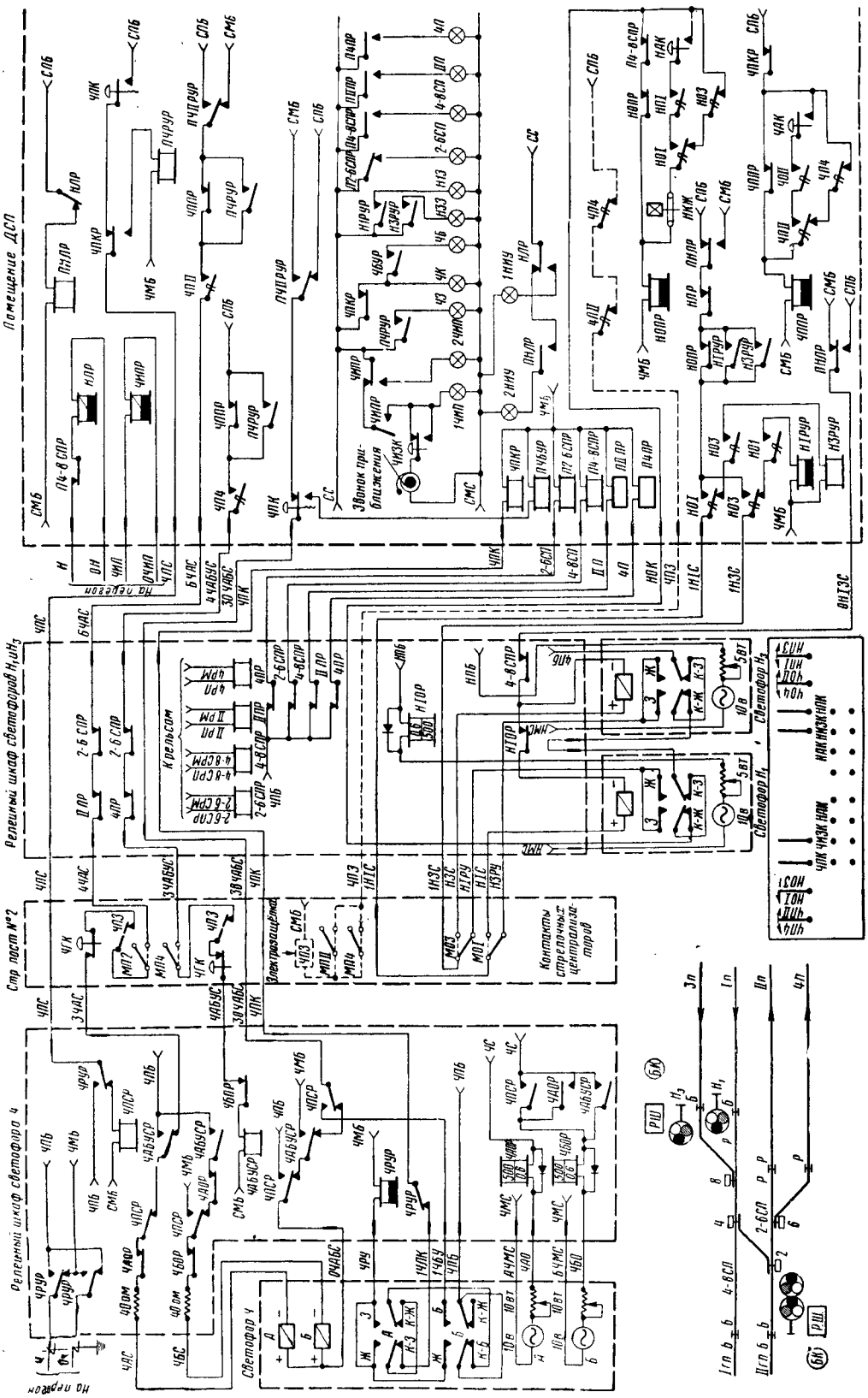
Перегорание лампы красного огня основной (верхней) головки входного светофора (при прожекторных светофорах) вызывает перенос красного огня на дополнительную (нижнюю) головку этого светофора или на предупредительный светофор. При линзовых светофорах, а также в типовых вариантах схем при прожекторных светофорах, перегорание лампы красного огня входного светофора вызывает необходимость переноса его на предупредительный светофор.

Горением ламп на табло контролируется: занятость всех путей, стрелочных участков, участков приближения и удаления, запрещающий, разрешающий и пригласительный огни входного светофора, а также разрешающий огонь выходного светофора.

В схемах с центральными зависимостями (основные зависимости схемы осуществлены в помещении дежурного по станции) применяют индивидуальные маршрутно-сигнальные рукоятки сигнального централизатора, т. е. каждое положение рукоятки соответствует одному маршруту. В схемах с местными зависимостями применяют групповые рукоятки сигнального централизатора, т. е. каждое положение рукоятки соответствует группе маршрутов. При этом индикация выбранного маршрута в соответствии с фактическим положением стрелок получается при помощи маршрутных ламп, расположенных на табло. Имеется ряд вариантов схем, промежуточных между чисто центральными и чисто местными зависимостями.

Основными и рекомендуемыми являются схемы с центральными зависимостями, приведённые ниже.

Лампы входного светофора зажигаются при вступлении поезда на участок приближения при помощи реле *ЧПЗР* (*НПЗР*)



Фиг. 327. Схема увязки автоблокировки со станцией для двухпутного участка

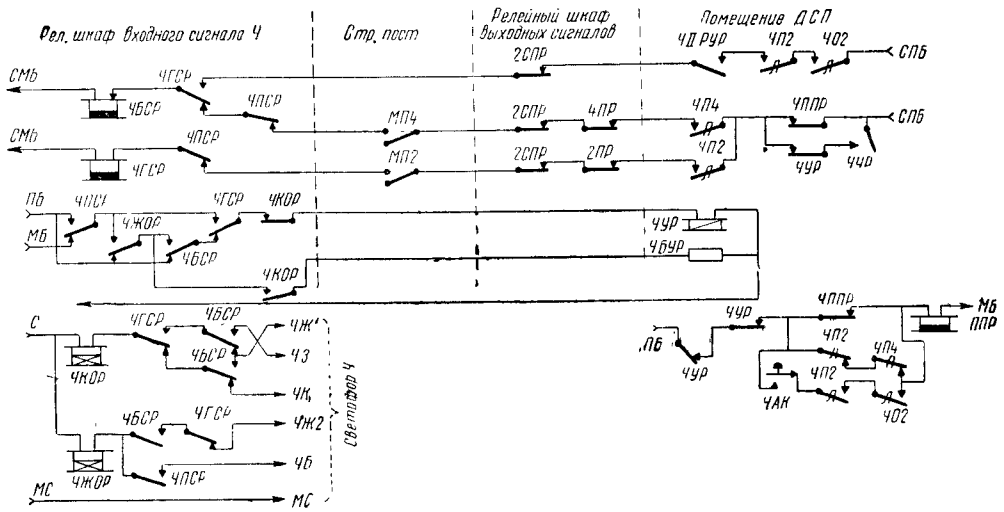
и *ПЧПЗР*. Зажигание лампы выходного светофора производится при вступлении поезда на путь, к которому относится данный выходной светофор, а выходного светофора главного пути — при вступлении поезда, принимаемого на главный путь, на стрелочный участок противоположного конца станции. По некоторым вариантам схем на небольших станциях все выходные светофоры зажигаются одновременно при занятии одного из путей.

На фиг. 327 приведена схема увязки для одного конца станции двухпутного участка с центральными зависимостями при прожекторных светофорах без предварительного зажигания. На схеме не показаны цепи питания. Спецификация реле приведена в табл. 79.

На фиг. 328 приведена схема включения сигнальных цепей при линзовых светофорах. Остальные цепи принципиальных отличий от схемы фиг. 327 не имеют.

На фиг. 329 приведена схема увязки для одного конца станции однопутного участка с центральными зависимостями при прожекторных светофорах с предварительным зажиганием при автоблокировке по схеме БФ-ЦНИИ. На схеме также не показаны цепи питания. Спецификация реле приведена в табл. 79. Схема перемены направления движения на фиг. 329 не показана, так как приведена на фиг. 321.

В приведённых на фиг 327 и 329 схемах ряд проводов между станцией и релейными шкафами используется дважды для сокращения общего количества кабельных жил (например, провода *ЧПС*, *1Н1С*, *1Н3С* и др. на фиг.. 327)

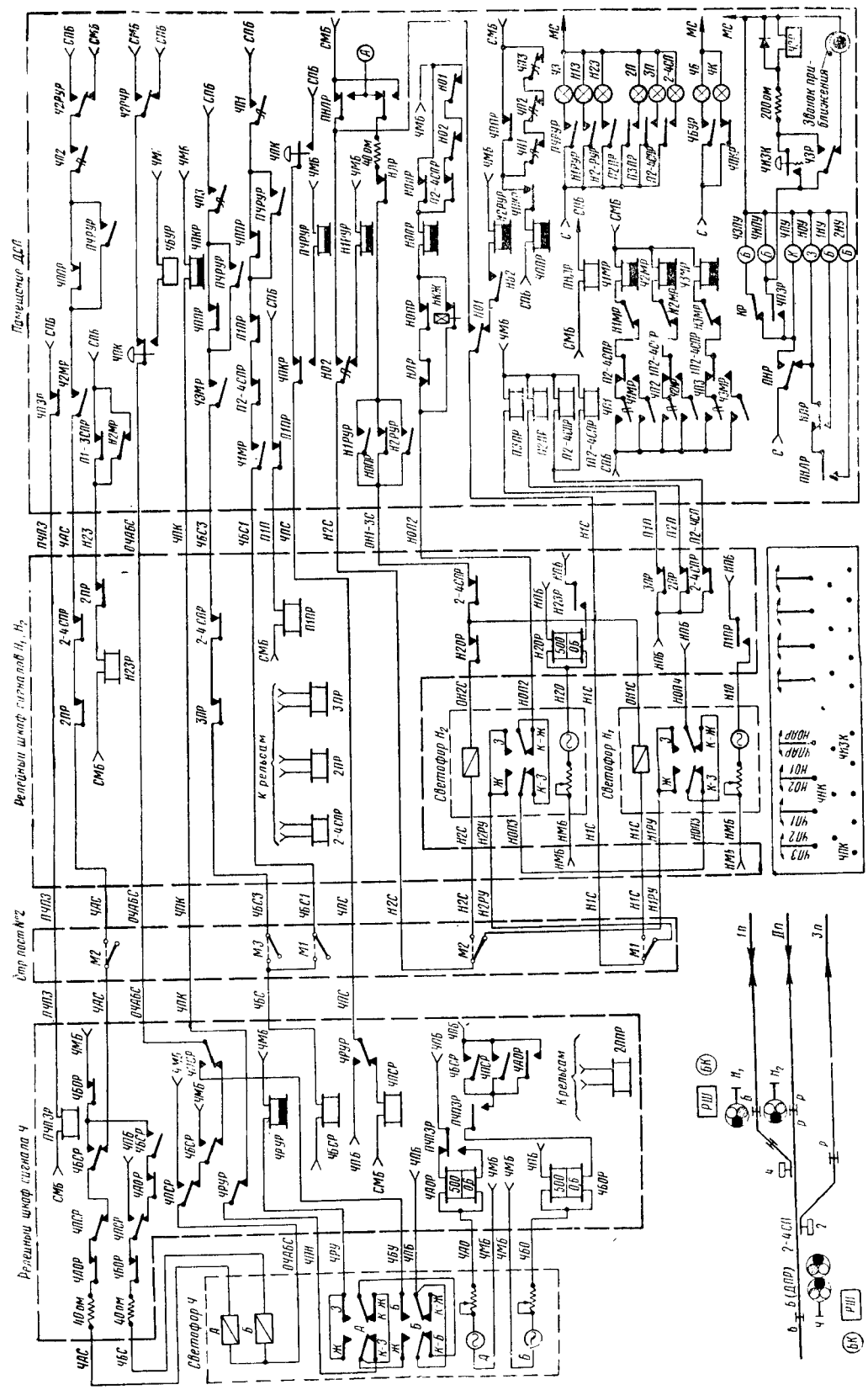


Фиг. 328. Схема включения сигнальных цепей при линзовых светофорах

Таблица 79

Реле для схем увязки автоблокировки со станциями

Название реле	Расшифровка названия	Тип реле	Название реле	Расшифровка названия	Тип реле
Для схемы станции на двухпутных участках			*ЧПКР*	Реле контроля красного показания сигнала *Ч*	НР-1
НЛР	Линейное реле	СКР-1	*ППР* и *ПСПР*	Повторители путевых реле	НР-1
ПНЛР	Повторитель линейного реле	НР-1	*ОР*	Огневые реле	НР-1
ЧИПР	Реле-известитель приближения	СКР-1	*ЧПСР*	Реле пригласительного сигнала	НР-1
НОПР	Противоповторное реле отправления	НР-1 медленно действующее	*ЧАБУСР*	Управляющее сигнальное реле боковых путей сигнала *Ч*	НР-1
ЧППР	Противоповторное реле приёма	НР-1 медленно действующее	*Дополнительно в схеме станций для однопутных участков*		
Н1РУР	Указательное реле разрешающего показания сигнала *Н1*	НР-1 медленно действующее			
Н3РУР	То же *Н3*	НР-1	*Ч1МР* и др.	Маршрутное реле приёма	НР-1 медленно действующее
ЧРУР	То же *Ч*	НР-1 медленно действующее	*Н2ЗР*	Реле предварительного зажигания сигнала *Н2*	НР-1
ЧБУР	То же белого огня сигнала *Ч*	УНР-1	*ПЧПЗР*	Повторитель реле предварительного зажигания сигнала *Ч*	НР-1
ПЧРУР	Повторитель указательного реле разрешающего показания сигнала *Ч*	НР-1	*2ППР*	Дополнительное путевое реле	НР-1; 2 *ом*



Фиг. 329. Схема увязки автоблокировки со станцией для одноПутного участка

При питании от первичных элементов и силовой линии 0,5 *кв* для большей экономии электроэнергии питание рельсовых цепей и ламп светофоров может производиться исходя из следующих основных положений:

1) включение питания рельсовых цепей производят при установке маршрутов, а также нажатием специальной кнопки (без арретира);

2) выключение питания рельсовых цепей производят после схода принимаемого или отправляющегося поезда с последнего стрелочного участка, входящего в маршрут;

3) включение ламп входных светофоров производят при вступлении поезда на первый (ближайший к станции) участок приближения, выключение — после освобождения участка приближения;

4) при приёме поезда одновременно с входными включают лампы выходных светофоров встречного направления с занятых путей;

5) при вступлении принимаемого поезда на путь приёма включают лампы выходных светофоров попутного направления с занятых путей, а также пути приёма. При приёме на главный путь лампы и пути включают при вступлении поезда на стрелочный участок;

6) при установке маршрутов отправления включают лампы выходных светофоров данного пути и попутного направления с занятых путей. Выключают лампы после освобождения стрелочного участка.

Принципы увязки автоблокировки со станциями, имеющими механическую централизацию

При увязке автоблокировки с механической централизацией установку светофоров и изоляцию путей производят аналогично, как при увязке со станцией, имеющей ключевую зависимость. В схеме механической централизации (при наличии исполнительных постов и станционной блокировки):

а) упраздняются сигнальные блок-механизмы, рычаги и рукоятки на исполнительном посту;

б) открытие светофоров производят поворотом сигнальной рукоятки на распорядительном аппарате;

в) устанавливаются взрезные контакты на линейках исполнительного аппарата, включаемые в схему сигнальных реле;

г) невозможность разделки маршрута до его использования достигается введением контактов реле в цепь блокировки при разделке маршрута.

Схемы включения сигналов, сигнальных и других реле в основном аналогичны схемам увязки при ключевой зависимости.

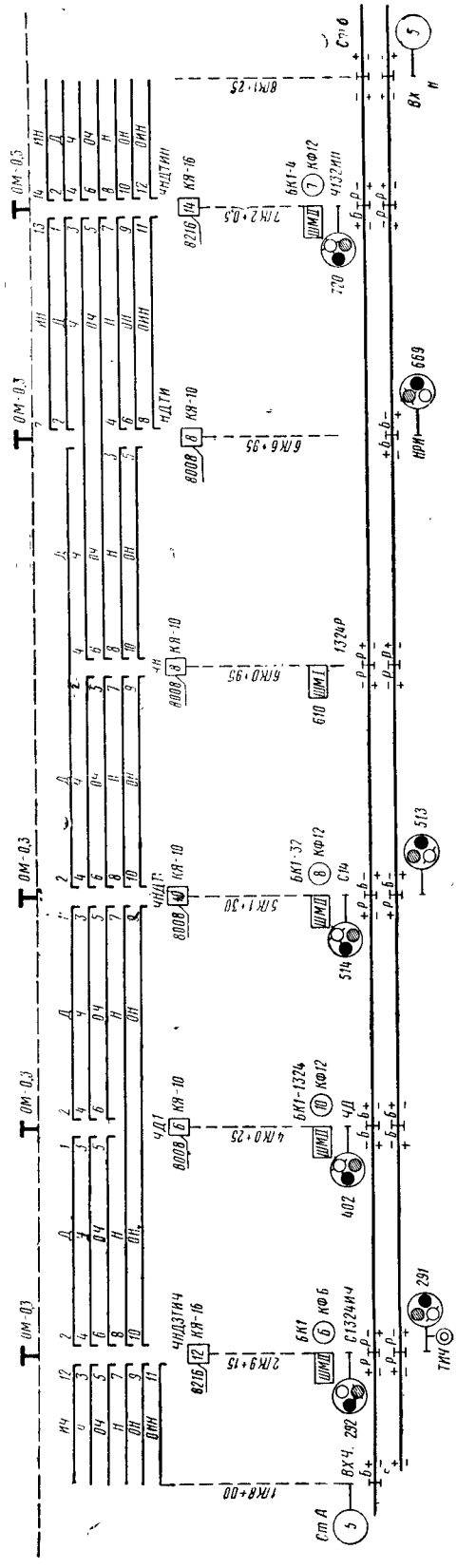
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОБЛОКИРОВКИ

В состав проектного задания на строительство автоблокировки входят:

1) продольный профиль пути с кривыми скорости и расстановкой светофоров;

2) схемы расположения пунктов и плеч питания;

3) схематические планы станций с указанием изолированных секций, светофоров, релейных шкафов и других устройств;



Фиг. 330. Путевой план автоблокировки

4) таблицы взаимозависимости для станций;

5) пояснительная записка, обосновывающая принятые решения со сметно-финансовым расчётом.

В состав технического проекта входят:

1) путевые планы перегонов с указанием откорректированной расстановки светофоров;

2) принципиальные схемы перегонных установок и планы укладки кабеля на них;

3) проекты пунктов питания;

4) расчёт питающей линии и пунктов питания;

5) принципиальные схемы станционных устройств;

6) двухниточные схемы станций с указанием изолированных секций и схемой кабельной сети;

7) внешние виды централизаторов и других аппаратов, схемы ящиков зависимости, монтажные схемы аппаратов;

8) техническая смета со спецификациями на оборудование и спецматериалы;

9) пояснительная записка.

В состав рабочих чертежей входят:

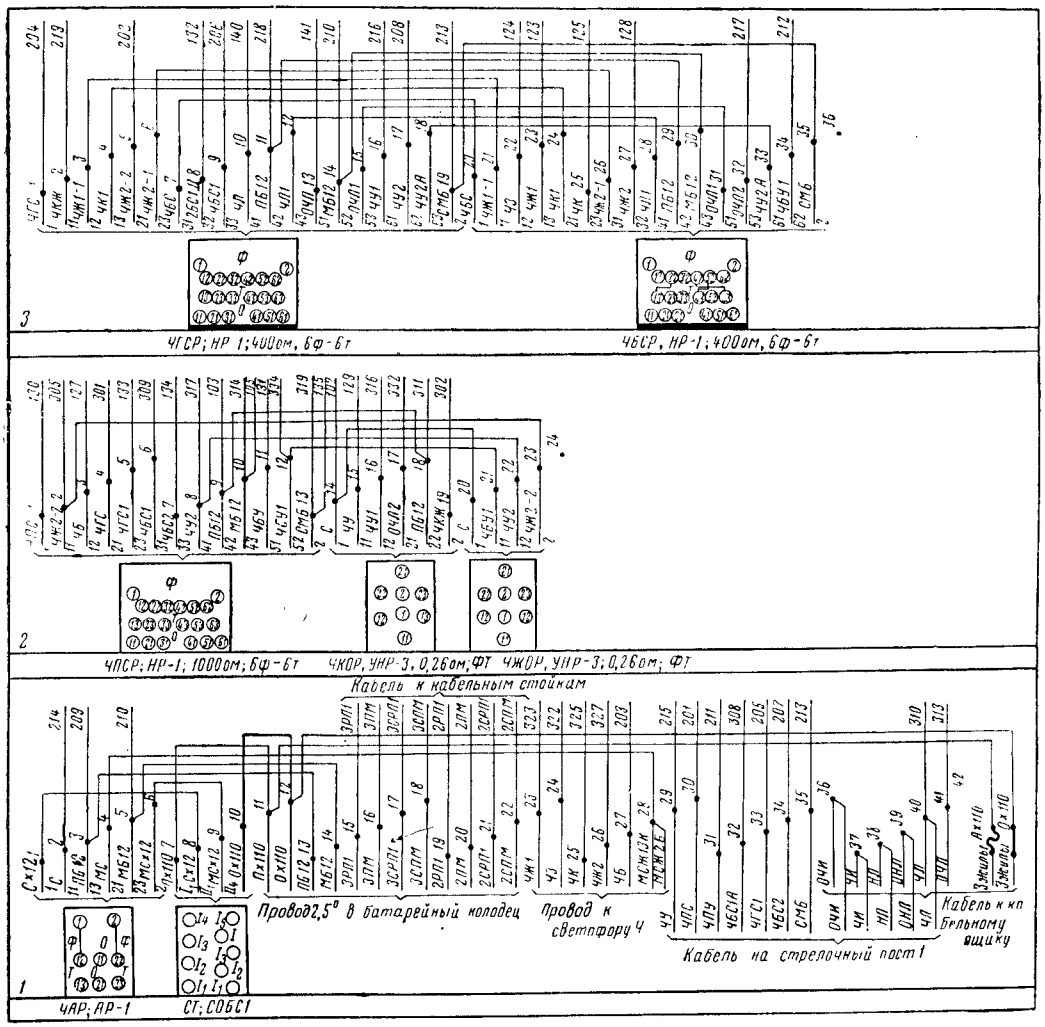
1) монтажные схемы релейных шкафов (типовые для перегонов и индивидуальные для станций), кабельных ящиков и батарейных колодцев;

2) монтажные схемы питающих пунктов;

3) чертежи нетиповых конструкций.

На путевом плане указывают границы рельсовых цепей, размещение батарей и реле в рельсовых цепях, количество и индексы линейных проводов, типы релейных шкафов (*ШМ*), кабельных ящиков (*КЯ*) и батарейных колодцев (*КФ*). Примерный путевой план показан на фиг. 330.

Длину рельсовых цепей устанавливают в соответствии с имеющимися нормами, причём на двухпутных участках желательно, чтобы граница между двумя рельсовыми цепями, входящими в один блок-участок, совмещалась с сигнальной точкой соседнего пути. При взаимном размещении путевых реле и батарей рекомендуется устаиавливать



Фиг. 331. Монтажная схема релейного шкафа

с двух сторон изолирующего стыка или две батареи или два реле.

Каждый конец рельсовой цепи на сигнальной точке имеет присвоенный ему номер: для нечётного пути — *1* и *3*, для чётного пути — *2* и *4*, считая по направлению движения; для однопутного участка — *1* и *2*. Этот номер придаётся к названию путевого реле или источника питания, включённого к данному концу рельсовой цепи.

Схеме сигнальной установки присваивают индекс (например, *Н*, *С1*, *Ч12ИН* и т. д.). Буквы в индексе обозначают: *С* — спаренная установка; *Н* — одиночная установка нечётного направления; *Ч* — одиночная установка чётного направления; *Р* — установка с разрезной рельсовой цепью.

Цифры в индексе указывают номера устанавливаемых путевых реле (фиг. 330).

После цифр могут следовать следующие буквенные обозначения:

р — наличие реле предварительного зажигания или у предупредительного светофора наличие вспомогательного реле для включения известителя приближения;

д — при одиночном светофоре, когда рельсовые цепи другого пути имеют установку путевых батарей;

с — при установке в релейном шкафу сопротивления 2 × 40 *ом* для замыкания цепи вспомогательного реле;

и — при наличии схемы известителя приближения.

В том случае, когда по типу установки нельзя определить направление, к которому относятся обозначения *р*, *с* или *и*, после этих обозначений добавляются буквы *ч* или *н*.

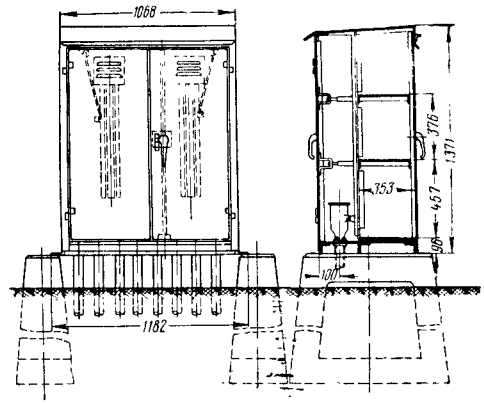
На фиг. 331 показана примерная монтажная схема релейного шкафа.

ОБОРУДОВАНИЕ АВТОБЛОКИРОВКИ

Релейные шкафы

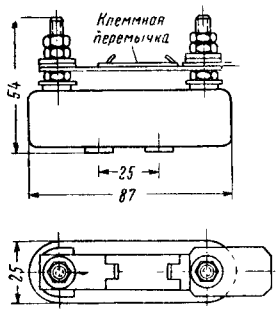
Типы релейных шкафов, применяемых на сети, приведены в табл. 80. С 1946 г. в качестве типового принят металлический релейный шкаф (*ШМ*) с проложенным внутри него слоем термоизоляционного материала. Остальные указанные в таблице типы шкафов — деревянные, обитые железом.

На фиг. 332 показан шкаф ШМ-2. Шкафы можно устанавливать как на бетонном, так и на металлическом сварном основании.

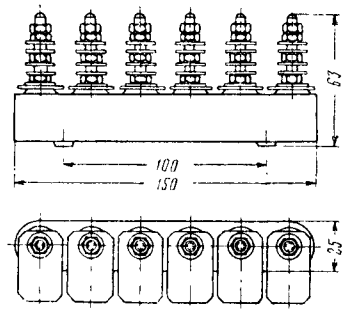


Фиг. 332. Релейный шкаф ШМ-2

Монтаж релейных шкафов применяют клеммный или бесклеммный. Для клеммного монтажа используют одиночные клеммы с перемычкой *6056* (фиг. 333) или групповые на 6 штырей *7598* (фиг. 334), провод ПР-500 или ПР-1000 сечения 1—1,5 *мм*². Бесклеммный монтаж применяют проводом ПРГ-500 или ПРГ-1000 того же сечения.



Фиг. 333. Релейные клеммы *6056*



Фиг. 334. Релейные клеммы *7598*

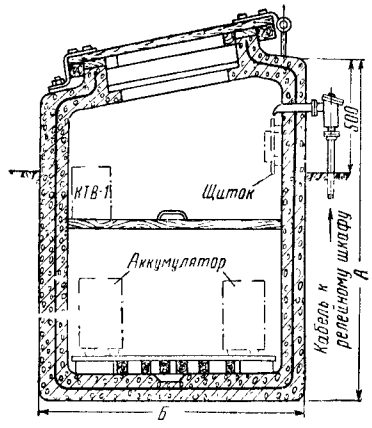
Таблица 80

Типы релейных шкафов

Тип шкафа	Внешние размеры в *мм*			Число полок	Полезные размеры полок в *мм*			Основное назначение шкафа
	высота	ширина	глубина		длина	ширина	высота	
ШМ-1	1 000	630	600	1	600	355	330	Для разрезных точек
ШМ-2	1 370	1 070	580	2	1 040	355	375	Перегонный
ШМ-3	2 000	1 500	580	4	1 470	300	375	Станционный
Ш-1	1 160	970	540	2	830	240	330—355	Для разрезных и одиночных установок при паровой тяге
Ш-2	1 160	1 100	540	2	960	240	330—355	
Ш-3	1 540	1 100	540	3	960	240	330—355	Для спаренных установок и станций при паровой тяге
Ш-4	1 540	1 440	540	3	1 300	240	330—355	
7 236	1 670	1 830	550	3	1 690	295	260—300	
6767	1 390	1 124	615	2	984	350	415—440	Для автоблокировки переменного тока
6768	1 800	1 290	615	3	1 150	350	390—440	

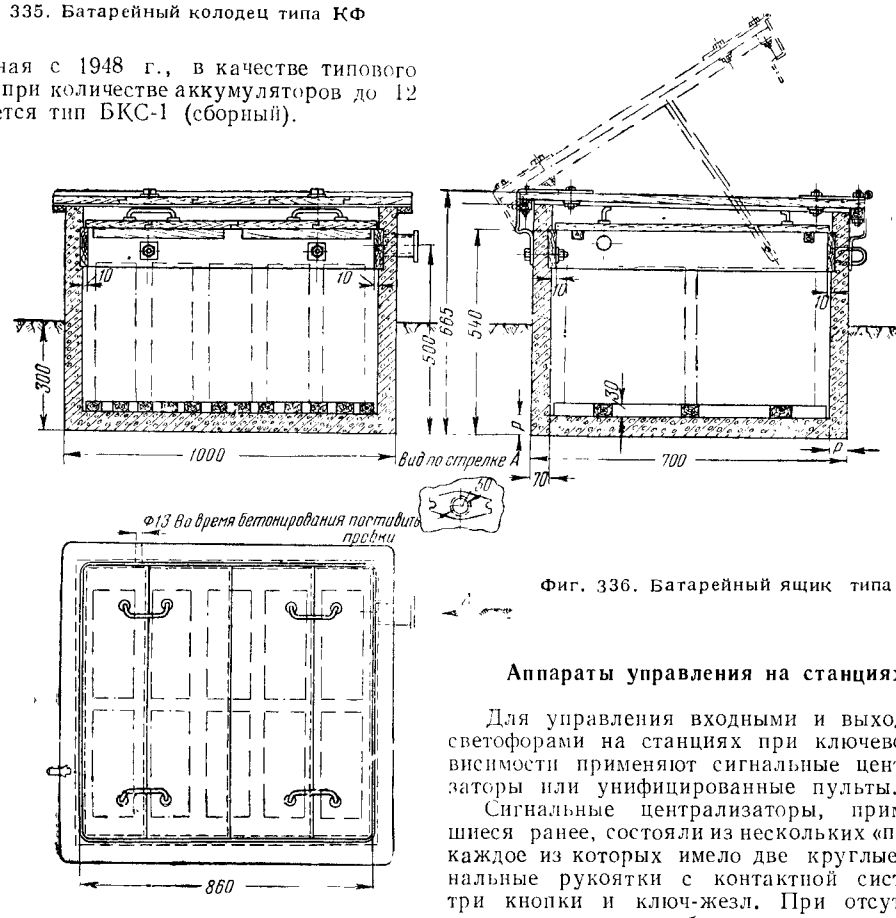
Батарейные колодцы и ящики

Для установки аккумуляторов применяют железобетонные батарейные колодцы типа КФ (фиг. 335), и БКС типов и размеров, указанных в табл. 81.



Фиг. 335. Батарейный колодец типа КФ

Начиная с 1948 г., в качестве типового колодца при количестве аккумуляторов до 12 применяется тип БКС-1 (сборный).



Фиг. 336. Батарейный ящик типа БЯ

Цифра (при КФ) определяет количество аккумуляторов, устанавливаемое в колодце.

В районах южной и частично центральной полосы СССР допускается установка аккумуляторов и элементов в железобетонных батарейных ящиках типа БЯ (фиг. 336), приведённых в табл. 82.

Тип БЯ-3 предназначен для установки 12 первичных элементов, остальные — для аккумуляторов. Индекс при БЯ указывает максимальное число аккумуляторов АБН или АБП, которые могут быть установлены в ящике.

Для установки первичных элементов применяют батарейные колодцы, указанные в табл. 83. Первичные элементы в них размещаются в два яруса.

Кабельные ящики

Для перехода сигнальных проводов с воздушной линии в кабель применяют металлические кабельные ящики типа КЯ (фиг. 337), приведённые в табл. 84. Индекс при КЯ указывает число устанавливаемых в ящике разрядников типа РА-3.

В ящике установлены две клеммы, на которых можно ставить штепсельные предохранители.

Аппараты управления на станциях

Для управления входными и выходными светофорами на станциях при ключевой зависимости применяют сигнальные централизаторы или унифицированные пульты.

Сигнальные централизаторы, применявшиеся ранее, состояли из нескольких «полей», каждое из которых имело две круглые сигнальные рукоятки с контактной системой, три кнопки и ключ-жезл. При отсутствии ключа-жезла могло быть установлено шесть кнопок. Контактная система рукоятки состояла из четырёх барабанов, выбираемых из шести возможных вариантов. Табло централизатора имело патроны под лампы коммутаторного типа.

Таблица 81

Батарейные колодцы для аккумуляторов

Тип колодца	№ чертежа	Габаритные размеры в *мм*			Количество размещаемого оборудования			Объём бетона в $м^3$	Вес колодца в *т*
		А	*Б*	*В*	аккумуляторов	выпрямителей	муфт		
КФ-2	8051	1 330	1 320	960	2	2	3	0,9	2,0
КФ-6	8050	1 510	1 430	960	6	4	4	1,1	2,4
КФ-12	8049	1 725	1 130	1 420	12	7	5	1,3	2,9
КФ-16	8048	1 740	1 570	1 540	16	11	5	1,7	3,8
КФ-26	8047	1 740	1 800	1 900	26	16	6	2,2	4,8
БКС-1	Цшстрой № 163	1 500	1 480	1 240	12	4	—	1,3	2,9

Примечание. Размер *В*—ширина колодца. Толщина стенок 120 *мм* у КФ и 150 *мм* у БКС.

Таблица 82

Батарейные ящики

Тип	Габаритные размеры в *мм*				Объём бетона в $м^3$
	высота	ширина	длина	внутренняя высота	
БЯ-3	745	1 070	930	700	0,85
БЯ-10 (БЯ 2)	610	1 000	700	540	0,17
БЯ-18	610	1 140	950	550	0,24
БЯ-21	610	1 340	960	550	0,29

Таблица 83

Батарейные колодцы для элементов

Тип	Габаритные размеры в *мм*				Объём бетона в $м^3$
	высота	ширина	длина	внутренняя высота	
КПС-8	2 150/2 000	1 150	1 120	1 370	1,0
КПС-24	2 150/2 000	1 420	1 420	1 250	1,6
КПС-32	2 150/2 000	1 620	1 620	1 250	1,8

Таблица 84

Кабельные ящики

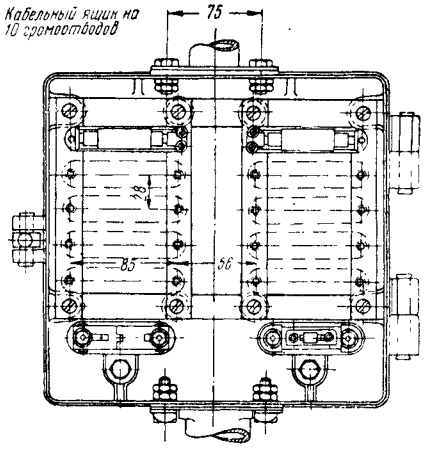
Тип	Габаритные размеры в *мм*	
	высота	ширина
КЯ-10	210	270
КЯ-16	344	270
КЯ-24	456	294
КЯ-32	568	294

С 1947 г. вместо сигиальных централизаторов примеияют унифицированные пульты управления типа электрической (релейной) централизации (см. главу «Электрическая централизация»), показаниые на фиг. 325 и 326.

В том случае, если табло не может быть размещено на самом пульте, применяется выносное табло.

Сигнальные централизаторы или пульты должны иметь следующие приборы для управления и контроля:

1) рукоятки для открытия и закрытия входных, выходных и маневровых сигналов; рукоятки могут быть индивидуальными, т. е. когда каждый поворот рукоятки соответствует определёииому маршруту, и групповые, когда поворот рукоятки соответствует группе маршрутов. При групповых рукоятках на аппарате должна иметься индикация, указывающая фактически заданный маршрут;



Фиг. 337. Кабельный ящик

2) кнопки для открытия пригласительных сигналов (нормально запломбированные);

3) кнопки для перевода сигиалов главных путей на автоматическое действие (на промежуточиых станциях двухпутных участков);

4) контрольные лампы, указывающие свободность (погашены) и заиятость (зажжены) путей, стрелочных участков, двух блок-участков приближения (перегоииых) и двух блок-участков удаления (перегонных) с каждой стороиы станции;

5) контрольиые лампы повторителей разрешительиых огней всех сигналов, а также запрещающих огней входных сигиалов;

6) контрольные лампы направления движения и контроля перегона на однопутных участках;

7) ключи-жезлы для отправления толкачей или поездов с возвращением обратно на станцию отправления.

Помимо указанных здесь основных приборов на централизаторе или пульте могут быть вспомогательные рукоятки, кнопки и лампы.

Для запирания ключей от стрелок на стрелочных постах применяют стрелочные централизаторы, имеющие контрольные замки, ящик зависимости, рукоятки и контактную систему, описанные ранее.

Централизаторы могут быть с запиранием рукояток в переведённом положении и без запирания (см. выше).

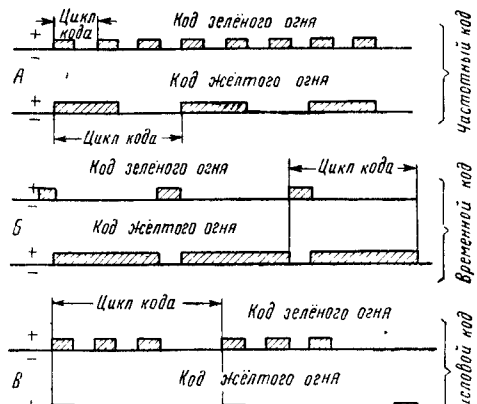
Запирание рукояток осуществляют при помощи электрозащёлок, установленных в централизаторах.

КОДОВАЯ АВТОБЛОКИРОВКА

В основе кодовой автоблокировки лежит применение кодовых рельсовых цепей (см. «Рельсовые цепи»).

Кодовая автоблокировка имеет ряд строительных и эксплоатационных преимуществ.

Кодовая автоблокировка по сравнению с некодовой позволяет вдвое увеличить длину рельсовых цепей, исключая необходимость создания разрезных точек. Это преимущество особенно важно для электрифицированных участков, где устройство разрезных точек требует стыковых дросселей и силовых опор. Кодовая автоблокировка позволяет полностью отказаться от сигнальных прово-



Фиг. 338. Виды кодов

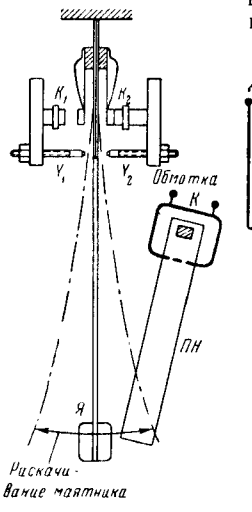
дов, чем значительно облегчается силовая линия или вовсе отпадает необходимость в её постройке.

Оба эти качества кодовой автоблокировки дают возможность повысить устойчивость работы автоблокировки, снизить стоимость её строительства и значительно снизить расход линейных материалов при строительстве.

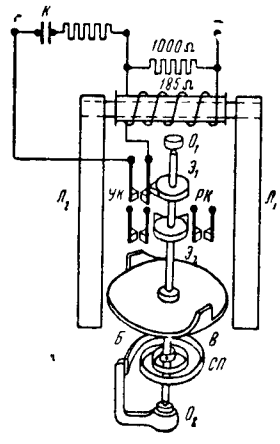
По применяемому коду системы кодовой автоблокировки разделяют на системы с числовым, полярным, частотным и другими видами кодов. Виды кодов показаны на фиг. 338

Автоблокировка с частотным кодом

Датчиком кода является электромагнитный трансмиттер постоянного тока. На фиг. 339 показан маятниковый трансмиттер с плоской пружиной-маятником. Частота колебаний зависит от размера маятника. На фиг. 340 пока-



Фиг. 339. Маятниковый трансмиттер с плоской пружиной



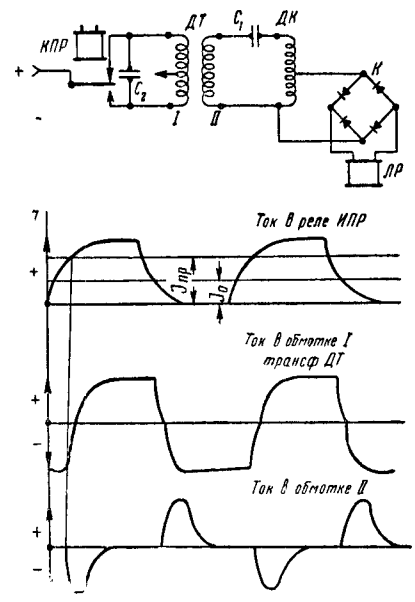
Фиг. 340. Маятниковый трансмиттер со спиральной пружиной

зан маятниковый трансмиттер с балансным маятником, имеющим спиральную пружину. Частота подбирается изменением массы баланса. В автоблокировке применяются обычно частоты 180 импульсов в минуту для зелёного огня и 75 импульсов в минуту для жёлтого огня. При локомотивной сигнализации или четырёхзначной автоблокировке для третьего кода может применяться частота 120 импульсов в минуту.

Приёмником кода на релейном конце рельсовой цепи является поляризованное импульсное реле (например ИР-1). Код расшифровывается резонансным декодирующим комплектом, настроенным на определённую частоту, получаемую во вторичной обмотке декодирующего трансформатора в результате работы импульсного реле (фиг. 341).

Предварительное зажигание светофоров производят двумя способами: а) при помощи дополнительных путевых реле, включаемых на питающем конце рельсовой цепи и питаемых от основной путевой батареи, и б) при помощи обратного (иногда называют «отражённого») кода. Последний обеспечивает предварительное зажигание на полную длину рельсовой цепи, и поэтому применение его является более надёжным, чем включение дополнительного путевого реле. Диаграмма прямого и обратного кодовых токов показана на фиг. 341.

Принципиальная схема односторонней кодовой автоблокировки с частотным кодом



Фиг. 341. Расшифровка частотного кода

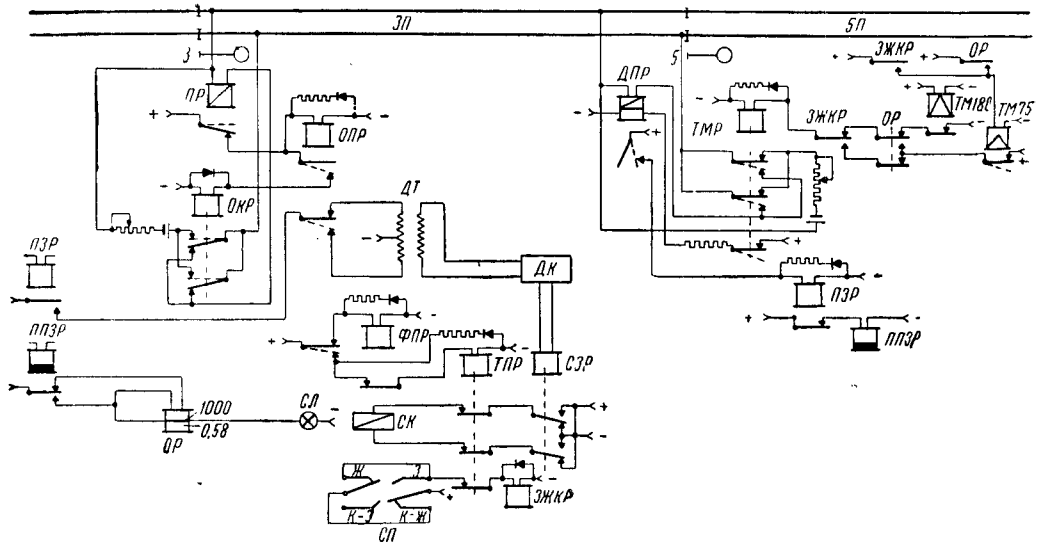
и предварительным зажиганием при помощи обратного кода приведена на фиг. 342.

менного тока применяют моторный (индукционный) трансмиттер типа КПТ. Импульсное путевое реле аналогично применяемому в автоблокировке с частотным кодом. При электротяге путевые импульсные реле типа ИР-2 питаются переменным током через трансформатор *РТ* и выпрямитель. Код расшифровывается релейным дешифратором, состоящим из двух кодовых реле. Система без дополнительных устройств обеспечивает работу устройств локомотивной сигнализации на локомотивах.

Принципиальная схема односторонней автоблокировки с числовым кодом без предварительного зажигания для участков с электрической тягой, разработанная ЦНИИ, изображена на фиг. 343. Спецификация приборов приведена в табл. 85.

На приёмном конце рельсовой цепи работа импульсного путевого реле *ПР* вызывает работу реле-счётчиков *1* и *1А*. При поступлении с рельсовой цепи красно-жёлтого кода *КЖ* в импульсном режиме работает счётчик *1*, отчего происходит заряд конденсатора *С1* и разряд его на обмотку реле *ЖР*, вызывающий возбуждение реле. Конденсатор *С2* создаёт замедление реле *ЖР*, не давая ему отпускать якорь в интервалы кода. Светофор сигнализирует жёлтым огнем. При жёлтом или зелёном коде в импульсном режиме работают оба реле-счётчика, отчего возбуждаются реле *ЖР* и *ЗР*. Конденсатор *С3* создаёт замедление реле *ЗР*. Светофор сигнализирует зелёным огнём.

Реле *ЖР* и *ЗР* могут быть реле нейтрального механизма прожекторного светофора.



Фиг. 342. Схема автоблокировки с частотным кодом

Автоблокировка с числовым кодом

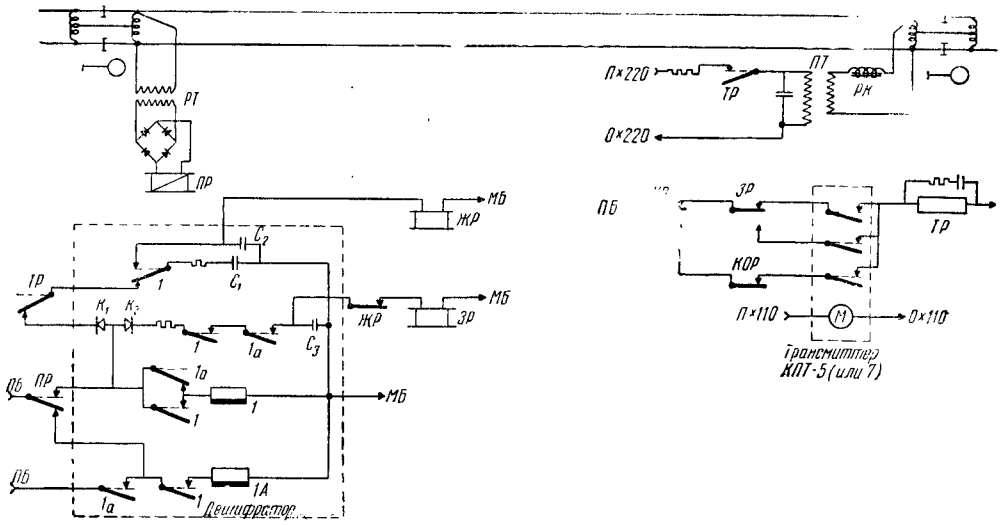
Этот тип автоблокировки может применяться как при паровой тяге (постоянного тока), так и электротяге (переменного тока). Основное применение — на участках с электротягой. При кодовой автоблокировке перепри линзовых светофорах через их контакты включаются лампы светофора. При прожекторных светофорах с поляризованными реле последние включаются через контакты *ЗР* и *ЖР*.

Контроль схода изолирующих стыков осуществляется схемным путём с применением

в соседних рельсовых цепях трансмиттеров с различным циклом кодирования (КПТ-5 и КПТ-7). При этом тыловой контакт *ТР* соседней рельсовой цепи, включённый в цепь возбуждения сигнальных реле, исключает возможность их работы при получении питания *ПР* от соседней рельсовой цепи.

На участках с паровой тягой в качестве трансмиттера можно применять маятниковый трансмиттер постоянного тока, дающий числовой код.

принимается дополнительным путевым реле *ДПР* на выходном конце рельсовой цепи и служит как для целей предварительного зажигания сигнала, так и для создания обратного кода, от которого работают два основ-



Фиг. 343. Схема автоблокировки с числовым кодом

Таблица 85

Спецификация приборов односторонней кодовой автоблокировки с числовым кодом

Название прибора	Расшифровка названия	Тип прибора
ПР	Путевое реле	ИР-2
Т	Трансмиттер	КПТ-5 или КПТ-7
ТР	Трансмиттерное реле	ТР-1 72 *ом*
1	Реле-счётчик *	РКА-200 *ом*
1А	То же**	РКА-200 *ом*
ЖР	Реле жёлтого огня	Реле сигнального механизма ПС-48***
ЗР	Реле зелёного огня	То же
КОР	Огневое реле	НР-11 0.6/500
C_1, C_2 и C_3	Конденсаторы электролитические	КЭ 1 000 *мф* (C_1,) 300 *мф* (C_2 и C_3) на 20 *в*

* Медленное действие (0,25 сек.).
** Медленное действие (0,15 сек.).
*** ПС-48 прожекторный светофор образца 1948 г. с нейтральными реле сигнального механизма. При линзовых светофорах или прожекторных светофорах с поляризованным реле применяются реле НР-1, 2 000 *ом*.

Автоблокировка с полярным кодом

Такая автоблокировка применяется только на участках с паровой тягой. Система характерна тем, что кодирование ведётся с входного конца рельсовой цепи, причём код

ных путевых реле *ЗПР* и *ЖПР* на входном конце рельсовой цепи. Все три путевых реле — поляризованные импульсные типа ИР-1.

Датчиком кода служит пульс-пара из реле *КР*, *ДКР* на входном конце рельсовой цепи.

Принципиальная схема односторонней автоблокировки с полярным кодом, разработанная ЦНИИ, приведена на фиг. 344.

Спецификация приборов приведена в табл. 86.

Реле *КР*, работая в паре с *ДКР*, посылает равномерный код одной полярности в рельсовую цепь с входного конца. Код принимается на выходном конце на реле *ДПР*, через контакты которого в кодовом режиме работают реле обратного кода *ВОКР* и *ЗОКР* или *ВОКР* и *ЖОКР*. Выбор реле зависит от показания следующего сигнала. Через контакты *ЗОКР* (или *ЖОКР*) в интервалы прямого кода посылается обратный код, который может иметь разную полярность, зависящую от кодирующего реле, а следовательно, от показания сигнала. На входном конце рельсовой цепи этот обратный код принимается в зависимости от его полярности одним из двух путевых реле — *ЗПР* или *ЖПР*. Через контакты последних происходит зарядка конденсатора C_1 и разряд его на обмотку одного из реле — *ЖР* или *ЗР*. Конденсаторы C_2 и C_3 обеспечивают замедление отпускания якоря реле *ЗР* и *ЖР* в интервалы обратного кода.

Предварительное зажигание сигнала достигается при помощи реле *ПЗР*, отпускающего свой якорь в результате прекращения прямого кода, так как при этом реле *ДПР* и *ВОКР* прекращают кодирование.

В качестве *ЖР* и *ЗР* можно применять

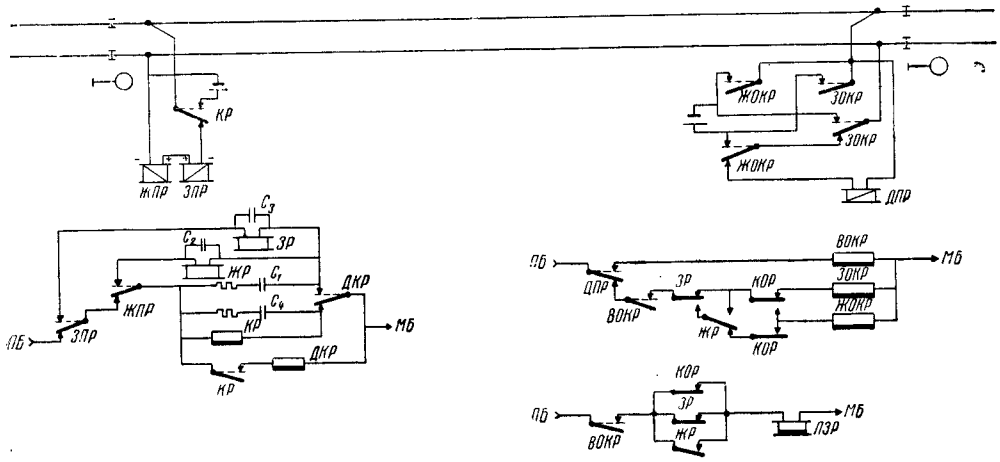
Таблица 86

Приборы одиосторонней кодовой автоблокировки с поляриым кодом

Название прибора	Расшифровка названия	Тип прибора	Название прибора	Расшифровка названия	Тип прибора
ЗПР и *ЖПР*	Путевые реле зелёного и жёлтого кодов	ИР-1;0,3 *ом*	*ЗОКР* и *ЖОКР*	Реле обратного кода зелёного и жёлтого огней	КДР-1
ДПР	Дополнительное путевое реле	ИР-1;0,3 *ом*	*ЗР*	Реле зелёного огня	Реле сигнального механизма ПС-48**
КР	Кодирующее реле	РКА (0,3 сек.)*	*ЖР*	Реле жёлтого огня	То же
ДКР	Дополнительное кодирующее реле	РКА (0,55сек.)	*ПЗР*	Реле предварительного зажигания	НР-1/900 *ом*
ВОКР	Вспомогательное реле обратного кода	РКА (0,22 сек.)	*КОР*	Огневое реле	НР-11·0,6/500
			C_1, C_2 и C_3	Конденсаторы электролитические	КЭ 1000 *мф*, 20 *в*

* В скобках указано замедление на отпускание.

** При линзовых светофорах или прожекторных светофорах с поляризованным реле применяются реле НР-1, 2 000 *ом*.



Фиг. 344. Схема автоблокировки с полярным кодом

нейтральные реле сигнального механизма прожекторного светофора ПС-48. При линзовых светофорах илн при прожекторных светофорах с поляризованными сигнальными механизмами в качестве *ЖР* и *ЗР* устанавливают реле типа НР-1. При наложенни локомотивной сигнализацин схема дополняется моторным трансмиттером числового кода, кодовым трансформатором н трансмиттерным реле

АВТОСТОПЫ, АВТОРЕГУЛИРОВКА И ЛОКОМОТИВНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Авторегулнровка, автостоп и локомотивная сигнализация (кэб-сигнализация) представляют собой автоматические устройства, предназначенные для предотвращения проезда закрытых сигналов и облегчения условий вождения поездов.

Устройства авторегулировки обеспечивают принудительное автоматическое снижение скорости поезда или остановку его, если скорость не соответствует показанию сигнала или состоянию пути и машинист сам не принимает мер к необходимому сниженню скорости нли к остановке поезда.

Автостоп предотвращает проезд поездом закрытых сигналов; остановка происходит автоматически перед ними независимо от скорости поезда.

Устройства локомотивной сигнализации осуществляют автоматическую передачу в будку машиниста сигналов, соответствующих показаниям светофоров или состоянию впереди лежащих блок-участков.

Обычно локомотивная сигнализация дополняется автостопом или авторегулировкой.

Передача сигнальных воздействий или сигнальных показаний с пути на локомотивы поездов в устройствах авторегулировки, автостопа и локомотивной сигнализации осуществляется посредством специальных передающих — путевых и воспринимающих — локомотивных приборов.

По принципу передачи сигнальных воздействий с пути на локомотивы устройства авторегулировки, автостопа и локомотивной сигнализации подразделяются на точечные и непрерывные.

Передача воздействий на локомотивы осуществляется:

а) в точечных системах — только в определённых пунктах (точках) пути, например, перед напольными сигналами;

б) в непрерывных системах — непрерывно во всё время следования поезда по оборудованному участку.

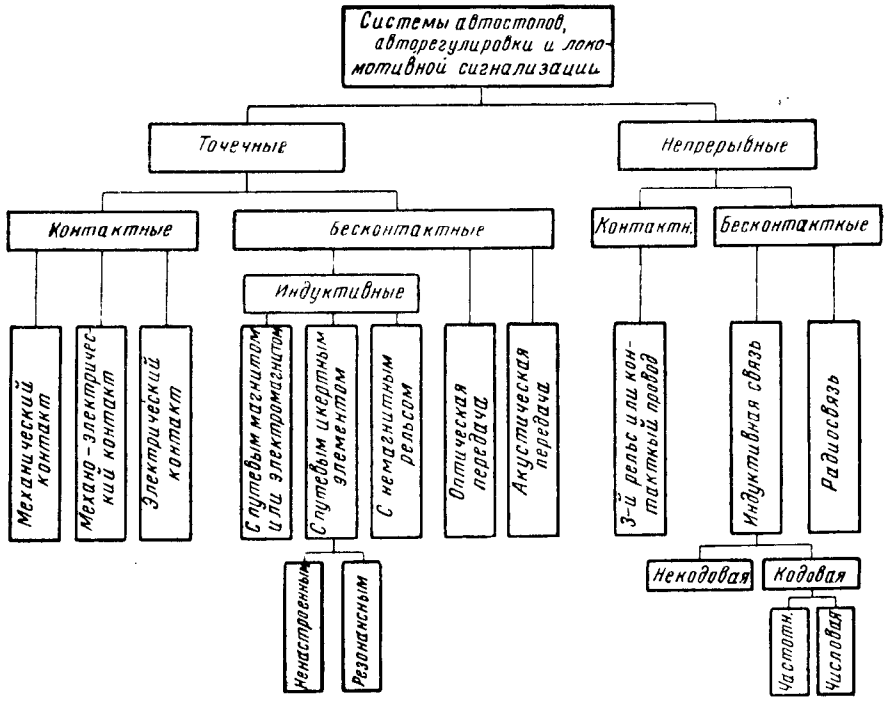
По способу связи между путевыми и локомотивными приборами устройства авторегулировки, автостопа и локомотивной сигнализации делятся на контактные и бесконтактные.

Связь между путевыми и локомотивными устройствами может быть:

а) при контактных системах — механическая, электрическая и электромеханическая;

б) при бесконтактных системах — акустическая, оптическая, индуктивная, а также построенная на принципе радиосвязи.

Общая классификация систем и типов автостопов, авторегулировки и локомотивной сигнализации представлена в виде схемы, показанной на фиг. 345.



Фиг. 345. Общая классификация систем и типов автостопов, авторегулировки и локомотивной сигнализации

Из приведённых в схеме типов некоторые не нашли применения, а некоторые устарели и больше не применяются. На дорогах Советского Союза в настоящее время нашли практическое применение следующие виды автостопов и локомотивной сигнализации.

Точечные системы: 1) механический автостоп с электроприводом для путевого прибора (применяется на Московском метрополитене); 2) индуктивно-резонансный автостоп системы лауреата Сталинской премии Танцюра с инертным резонансным путевым элементом.

Непрерывные системы: 1) локомотивная сигнализация с автостопом, непрерывной рельсовой цепью и центральным кодированием; 2) локомотивная сигнализация с автостопом и местным кодированием рельсовых цепей.

Обе системы локомотивной сигнализации относятся к категории бесконтактных индуктивных кодово-числовых систем.

ТОЧЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОСТОПОВ

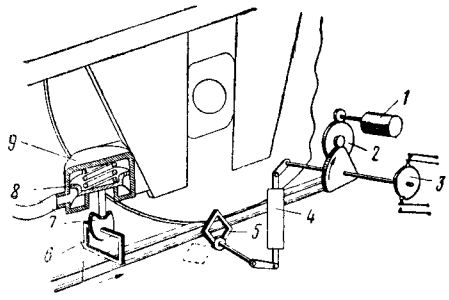
Механический автостоп

Механический автостоп построен на принципе передачи воздействия с пути на движущийся состав путём непосредственного механического контакта передатчика и приёмника.

Схема одной из разновидностей механического автостопа показана на фиг. 346.

Передатчиком служит путевая скоба *5*; при закрытом (заграждающем) положении

автостопа она устанавливается вертикально и, возвышаясь над уровнем головки ходового рельса на 80 *мм*, выходит из габарита; при открытом положении автостопа скоба переводится в горизонтальное положение (показано пунктиром) и не нарушает габарита.



Фиг. 346. Принципиальная схема механического автостопа

Приёмником на подвижном составе служит ударник *6*; срабатывание поездного автостопа происходит от поворота ударника при ударе его о вертикально расположенную скобу; поворот ударника вызывает посредством эксцентрика *7* подъём поршня *8* срывного клапана *9* и выпуск воздуха из тормозной магистрали в атмосферу; давление в магистрали уменьшается и происходит автоматическое торможение поезда. Одновременно поворот ударника сопровождается срабатыванием автоматического выключателя управления моторами, вследствие чего выключается тяговый ток, питающий моторы. Каждое автоматическое торможение фиксируется срабатыванием счётчика торможений.

Если скоба путевого автостопа в момент прохода над ней ударника расположена горизонтально, зацепления ударника поездного автостопа и его поворота не происходит, а следовательно, не происходит и торможения поезда.

Для перевода путевой скобы автостопа в вертикальное и горизонтальное положения служит электропривод типа ПАК-3, состоящий из следующих основных частей:

1) мотора *1*;

2) механической шестерёнчатой передачи *2* с фрикционным механизмом, предназначенным для поглощения инерции мотора по окончании перевода путевой скобы и для защиты мотора от перегрузки;

3) переключателя *3*, служащего для автоматической коммутации цепей мотора и для контроля открытого и закрытого положений автостопа;

4) противовеса *4*, необходимого для приведения путевой скобы автостопа в заграждающее положение, при выходе из строя мотора или при прекращении подачи электропитания.

Все перечисленные элементы, кроме противовеса, заключены в чугунный кожух.

В приводе ПАК-3 применена простая электросиловая схема с использованием трёхфазного асинхронного мотора.

Мотор переменного тока, трёхфазный, бесколлекторный, с ротором в виде беличьего колеса, напряжение 110 *в*, рабочий ток 0,5 *а*. Мотор служит не только для перевода путевой скобы автостопа, но и для удержания груза в верхнем, поднятом, положении; в последнем случае питание мотора осуществляется через сопротивления R_1, R_2 и R_3, которые в момент перевода автостопа выключаются (шунтируются) контактами автопереключателя (фиг. 347).

Реверсивность мотора достигается автоматическим переключением двух фаз, осуществляемым контактами линейных реле автоблокировки, с которой увязано действие автостопа.

Автостоп на метрополитене устанавливается перед сигналом на расстоянии от 1,25 до 3,5 *м*.

Общая схема поездных устройств автостопа метро показана на фиг. 348.

Кроме срывного клапана *К* в неё входят:

а) автоматический выключатель цепей управления моторов *АВУ* с контактной системой K_1—K_2;

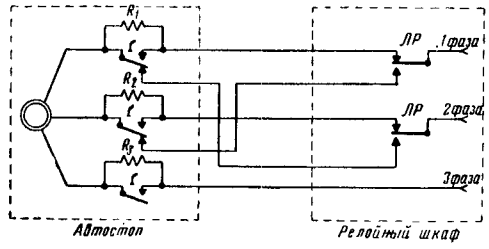
б) замыкающий клапан *ЗК* с фиксатором *ЗМ* для замыкания крана *ВК*, предназначенного для выключения устройств автостопа;

в) комбинированные краны *КК*;

г) обратный клапан *ОК*.

При необходимости выключение автостопа из действия производится поворотом специальной рукоятки выключения; каждый поворот этой рукоятки отмечается счётчиком.

В вагонах типа Б применён новый тип срывного клапана и универсальный автоматический выключатель автостопов *УАВУ*, объединяющий в себе *АВУ*, кран временного выключения и замыкающий обратный клапан с приспособлением для выключения автостопа из действия.



Фиг. 347. Схема включения привода автостопа ПАК-3: *Г*—контакт автопереключателя автостопа; *ЛР*—контакт линейного реле автоблокировки

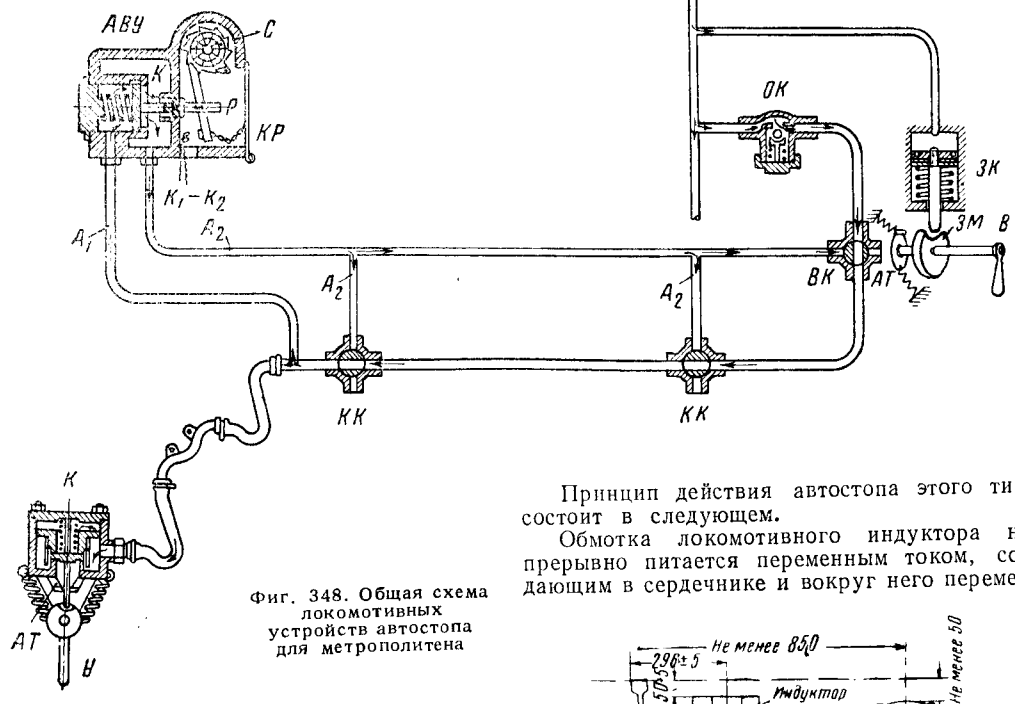
Достоинством механического автостопа является относительная простота его поездных устройств, а также достаточная надёжность действия в условиях метрополитена.

К недостаткам автостопа этого типа, препятствующим его применению на сети наземных железных дорог, относятся:

1) значительный износ и излом ударяющихся деталей, особенно при высоких скоростях;

2) нарушение габарита путевыми и поездными устройствами для осуществления механического контакта;

3) подверженность подвижных частей автостопа примерзанию, обледенению и засорению при работе вне метрополитена.



Фиг. 348. Общая схема локомотивных устройств автостопа для метрополитена

Индуктивно-резонансный автостоп системы лауреата Сталинской премии А. А. Таицюра

Автостоп разработан ЦНИИ МПС. По способу передачи воздействия с пути на локомотив этот автостоп относится к бесконтактным системам с индуктивной связью, осуществляемой на переменном токе при помощи резонансных контуров. Контуры выполняются в виде путевых и локомотивных индукторов, представляющих собой железные сердечники с навитыми на них обмотками, в цепь которых включены конденсаторы; подбором величин индуктивности и ёмкости контуры настроены на частоту тока 1 000 ± 10 *гц*.

Путевые индукторы устанавливаются справа по ходу поезда, с наружной стороны колеи, на расстоянии 296 ± 5 *мм* от внутренней грани головки рельса до оси путевого индуктора и на 50 ± 5 *мм* ниже уровня головки рельса (фиг. 349).

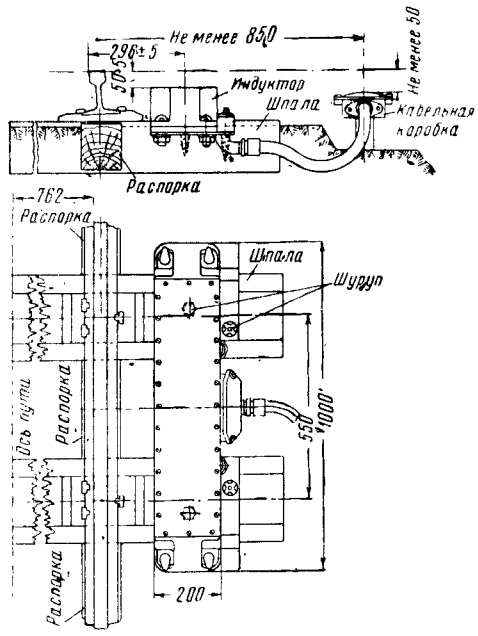
Высота установки индуктора для различных типов рельсов регулируется металлическими подкладками. Механический износ шпал не должен превышать 10 *мм*. В среднем шпальном (под индуктором) ящике должна быть сделана выборка балласта на глубину 10 *см* от верхней постели шпалы. На станциях кабельная коробка устанавливается на расстоянии 1 130 *мм* от рабочей грани ближайшего рельса, на уровне головки рельса.

В трёх шпальных ящиках под рельсами устанавливают распорки.

Локомотивные индукторы подвешиваются на рамах тендера на 150 *мм* выше уровня головки рельса и на таком же расстоянии от пути, как и путевые индукторы (фиг. 350).

Принцип действия автостопа этого типа состоит в следующем.

Обмотка локомотивного индуктора непрерывно питается переменным током, создающим в сердечнике и вокруг него перемен-

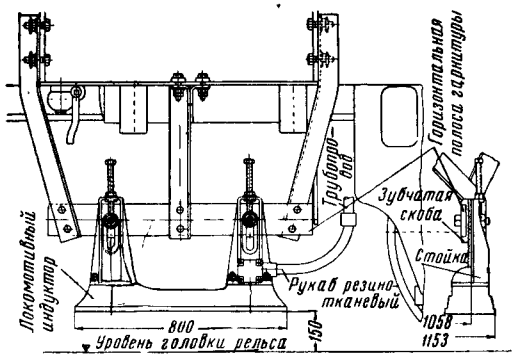


Фиг. 349. Установка путевых индукторов

ный магнитный поток. При сближении локомотивного индуктора с путевым магнитный поток локомотивного индуктора пронизывает обмотку путевого индуктора, наводя в ней электродвижущую силу. Вызванный этой э.д.с. электрический ток путевого индуктора создаёт магнитный поток, который, взаимодействуя с осиовным потоком локомотивного индуктора, изменяет силу протекающего в его

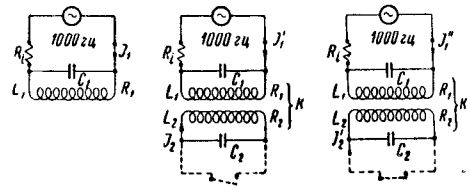
обмотке тока и вызывает срабатывание локомотивных приборов автостопа.

Электрические контуры путевых индукторов, как правило, связываются со светофо-



Фиг. 350. Подвеска локомотивного индуктора на раме тендера

рами посредством контактов сигнальных реле; при этом контур путевого индуктора при разрешающем показании связанного с ним



Фиг. 351. Принципиальная схема взаимодействия путевого и локомотивного индукторов

светофора шунтируется, в результате чего происходит его расстройка, и передача воздействия на локомотивные устройства исключается; при запрещающем показании светофора контур остаётся настроенным, вследствие

принудительное автоматическое торможение поезда.

Процесс, происходящий в цепи локомотивного индуктора при взаимодействии его с путевым, может быть характеризован следующим образом (фиг. 351).

Нормально по цепи локомотивного индуктора протекает ток I_1. При нахождении локомотивного индуктора над настроенным путевым индуктором (сигнал закрыт) в цепи его ток уменьшается до величины I_1'.

Отношение токов I_1 и I_1', или степень снижения тока в цепи локомотивного индуктора, определяется формулой

$$\frac{I_1}{I_1'} = 1 + k^2 Q_1 Q_2 = 4{,}85,$$

где k — коэфициент связи между индукторами, по данным ЦНИИ равный 0,14, при расстоянии между ними 200 *мм*;

Q_1 и Q_2 — добротность контуров локомотивного и путевого индукторов;

$$Q_1 = \frac{\omega L_1}{R_1} = 14, \quad Q_2 = \frac{\omega L_2}{R_2} = 14.$$

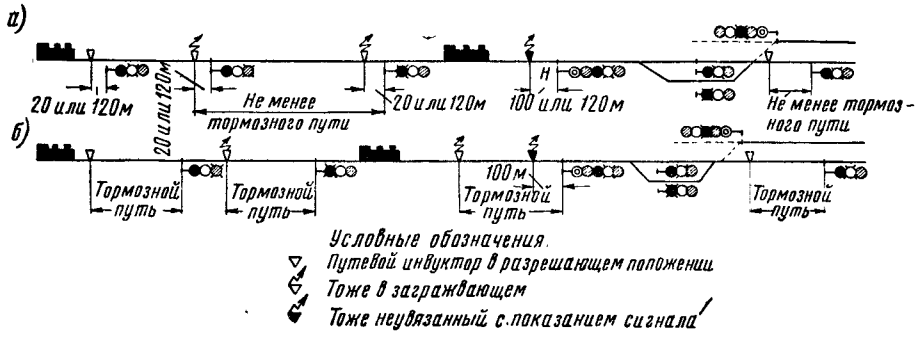
Когда локомотивный индуктор находится над ненастроенным путевым индуктором (сигнал открыт), степень снижения тока в цепи локомотивного индуктора определяется отношением

$$\frac{I_1}{I_1''} = \sqrt{1 + k^4 Q_1^2} = 1{,}037,$$

т. е. в этом случае изменение тока в цепи локомотивного индуктора будет незначительным.

Рассматриваемый автостоп может быть применён при любой системе сношений по движению поездов.

При автоблокировке существует два способа расстановки путевых индукторов относительно связанных с ними напольных сигналов:



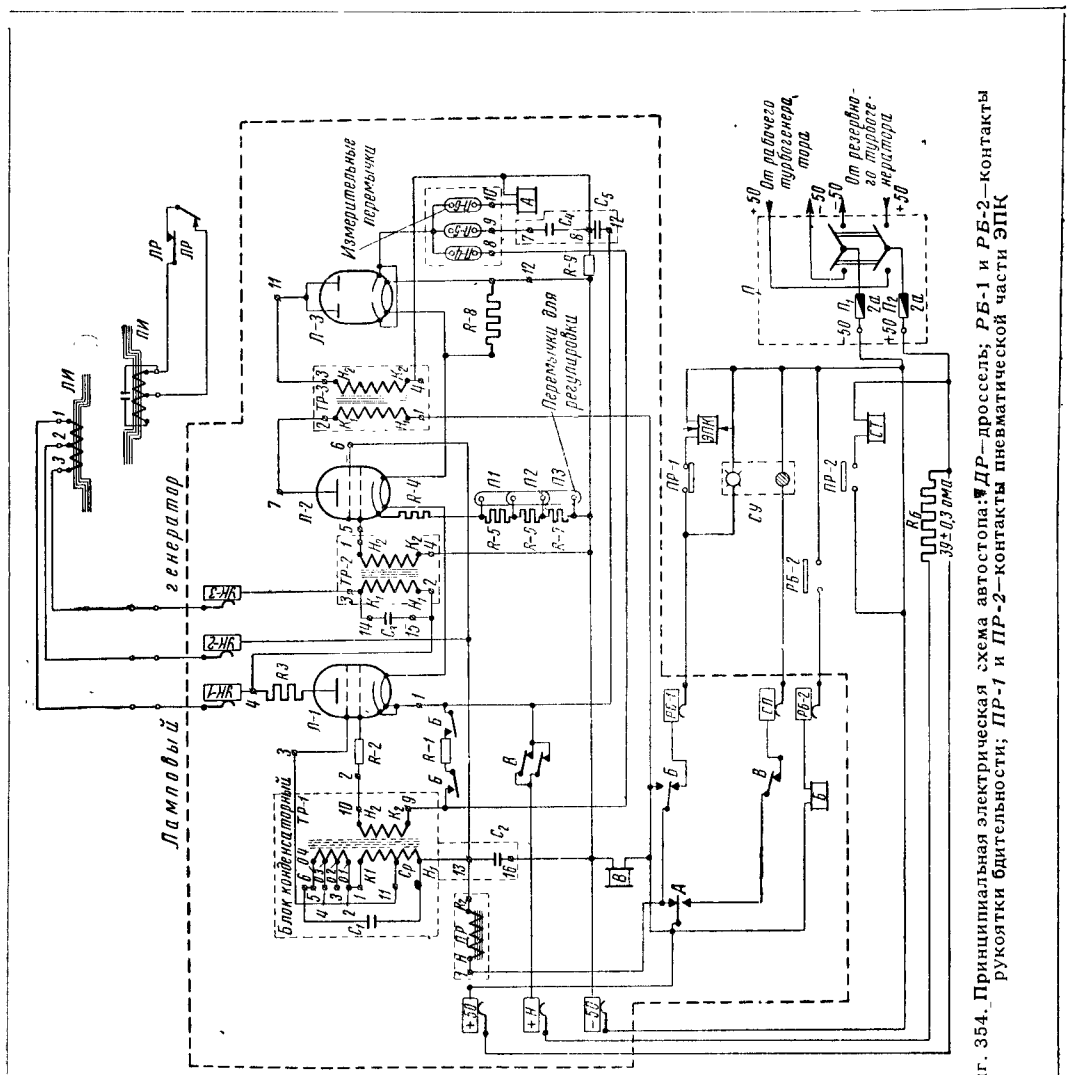
Фиг. 352. Схема расстановки путевых индукторов

чего происходит передача воздействия путевого индуктора на локомотивный; в результате начинает действовать предупреждающий акустический сигнал и, если в течение 6—8 сек. после этого машинистом не будет нажата рукоятка бдительности, произойдёт

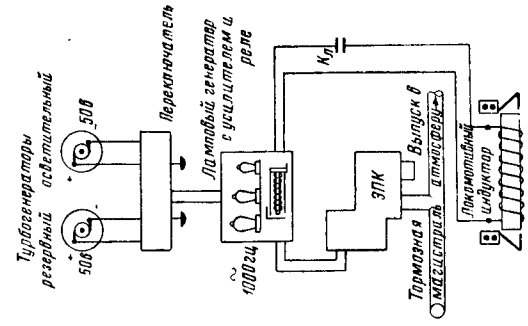
1) на расстоянии блок-участка от ограждаемого сигнала (фиг. 352, *а*);

2) на тормозном расстоянии от сигнала (фиг. 352, *б*).

При первом способе расстановки индукторов передача воздействия путевого индук-



Фиг. 354. Принципиальная электрическая схема автостопа: *ДР*—дроссель; *РБ-1* и *РБ-2*—контакты рукоятки бдительности; *ПР-1* и *ПР-2*—контакты пневматической части ЭПК



Фиг. 353. Скелетная схема устройств автостопа

тора на локомотивный происходит дважды: при подходе поезда к сигналу с жёлтым огнём и, далее, при подходе поезда к сигналу с красным огнём; при втором способе расстановки воздействие передаётся один раз в точке, расположенной на тормозном расстоянии от сигнала с запрещающим показанием.

Путевые индукторы автостопа, устанавливаемые у входных сигналов, располагаются перед ними за 100—120 *м* и в зависимость с этими сигналами не вводятся; при проезде таких индукторов всякий раз происходит передача воздействия на локомотивы, в соответствии с чем требуется нажатие рукоятки бдительности.

Комплект основных элементов индуктивно-резонансного автостопа представлен в виде скелетной схемы на фиг. 353, а принципиальная электрическая схема его дана на фиг. 354.

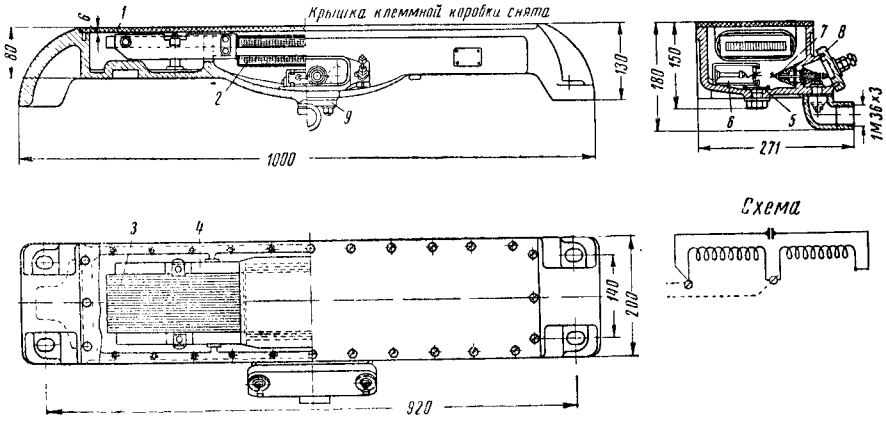
Источником электрического тока для питания локомотивных устройств автостопа служит турбогенератор паровозного освещения, дающий постоянный ток напряжением 50 *в*.

Всё локомотивное оборудование, кроме локомотивного индуктора и турбогенератора, размещается в будке машиниста.

Конструкция путевого индуктора и его принципиальная электрическая схема представлены на фиг. 355.

Сердечник индуктора набирается из отштампованных пластин листовой трансформаторной стали толщиной 0,35 *мм* марки Э4А или Э4АА.

В средней части сердечника помещается катушка с разъёмным карболитовым каркасом, состоящая из двух одинаковых обмоток по 450 витков каждая, выполненных из медного провода марки ПЭБО диаметром 1 *мм*.



Фиг. 355. Путевой индуктор конструкции 1949 г.: *1*—крышка; *2*—катушка; *3*—сердечник; *4*—щека; *5*—защитная сетка; *6*—конденсатор; *7*—изолятор; *8*—крышка клеммной коробки; *9*—фланец

В состав основного локомотивного оборудования этого автостопа входят:

1) локомотивный индуктор *ЛИ* для осуществления взаимодействия с путевыми устройствами;

2) ламповый генератор *ЛГ*, вырабатывающий переменный ток для питания локомотивного индуктора, с усилителем и приёмным реле *А*;

3) электропневматический клапан *ЭПК*, обеспечивающий подачу предупреждающего акустического сигнала и вызывающий принудительное автоматическое торможение поезда при взаимодействии с путевыми устройствами;

4) рукоятка бдительности *РБ* (на скелетной схеме не показана), служащая для предотвращения действия автостопа в случае готовности машиниста лично принять необходимые меры к остановке или снижению скорости поезда;

5) счётчик *СТ*, регистрирующий случаи принудительных торможений;

6) световой указатель *СУ*, сигнализирующий машинисту: нормально горящей белой лампой — о нахождении устройств автостопа в исправном рабочем состоянии и красной лампой — о получении воздействия с пути.

Сердечник с катушкой помещается в корпусе, отлитом из немагнитного материала — силумина.

В средней части корпуса размещаются конденсаторы, заключённые в специальную коробку; конденсаторы в коробке заливаются изоляционной массой.

В приливе средней части корпуса помещается клеммная коробка; вывод проводов из корпуса осуществляется посредством проходных фарфоровых изоляторов.

Для обеспечения необходимой изоляции катушки вместе с сердечниками пропитываются специальными компаундами, полость корпуса индуктора закрывается сверху текстолитовой крышкой, закрепляемой винтами.

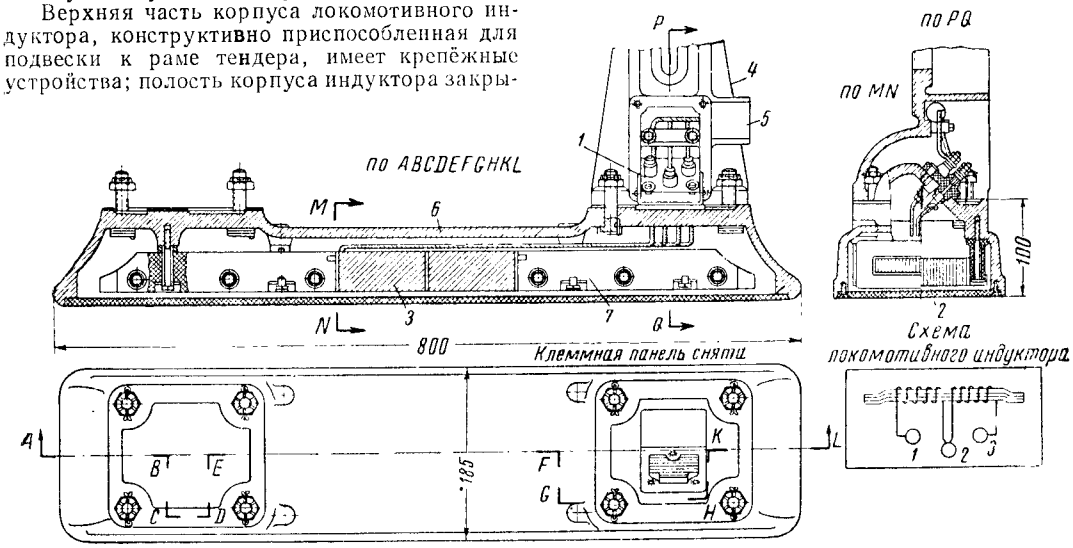
Резонансная частота контура 1 000 ± 10 *гц*; активное сопротивление обмотки индуктора переменному току частотой 1 000 *гц* —100÷÷120 *ом*; сопротивление постоянному току 5—7 *ом*; сопротивление изоляции обмотки относительно корпуса не менее 500 *мгом* в сухом состоянии; индуктивность обмотки при резонансной частоте и напряжении 0,2 *в*, действующем в цепи индуктора, равна 0,25 ± ± 0,01 *гн*; ёмкость слюдяного герметизированного конденсатора на рабочее напряжение не менее 250 *в*—0,1 ±0,01 *мкф*.

Наибольшая длина соединительного кабеля марки СОБ между индуктором и напольным сигналом не более 60 *м* (при большей длине кабеля должны быть приняты меры к компенсации влияния ёмкости кабеля на резонансный контур индуктора).

Конструкция локомотивного индуктора и его принципиальная электрическая схема представлены на фиг. 356.

Сердечник и катушка локомотивного индуктора в принципе аналогичны сердечнику и катушке путевого индуктора.

Верхняя часть корпуса локомотивного индуктора, конструктивно приспособленная для подвески к раме тендера, имеет крепёжные устройства; полость корпуса индуктора закрывается снизу текстолитовой крышкой, закрепляемой болтами.



Фиг. 356. Локомотивный индуктор конструкции 1948 г.: *1*—клеммная панель; *2*—сердечник; *3*—катушка; *4*—регулирующее приспособление; *5*—патрубок для присоединения гибкого шланга; *6*—корпус; *7*—щека

Защита катушки от действия влаги осуществляется аналогично защите катушки путевого индуктора с дополнительной сплошной заливкой обмотки и сердечника в корпусе компаундной массой МБ-М. Индуктивность катушки соответствует настройке индуктора на резонансную частоту 1 000 ± 10 *гц* при эффективном значении напряжения, вводимом в цепь индуктора, 0,8 *в*.

Сопротивление изоляции всех токоведущих частей по отношению к корпусу индуктора должно быть не менее 100 *мгом*. Остальные электрические характеристики аналогичны соответствующим характеристикам путевого индуктора.

Гарнитуры крепления локомотивных индукторов для разных серий паровозов и типов тендеров различны по своим размерам и конфигурации угольников, однако система крепления индукторов к гарнитурам даёт возможность постоянно сохранять необходимую высоту подвески локомотивного индуктора и носит название регулирующего устройства; регулирующий ход устройства 100 *мм*, шаг зуба рейки — 5 *мм*.

Ламповый генератор (фиг. 354, жирный пунктир) имеет три каскада: генераторный, усилительный и выпрямительный.

Генераторный каскад вырабатывает переменный ток частотой 1 000 ± ±10 *гц* для питания локомотивного индуктора *ЛИ*; остальные каскады служат для питания приёмного реле *А*.

Генераторный каскад состоит из лампы *Л1* (типа 6П3) и задающего контура, образованного конденсатором C_1 и первичной обмоткой трансформатора *ТР-1*, настроенного на частоту 1 000 *гц*, а также из колебательного контура, образованного обмоткой локомотивного индуктора с конденсатором C_2, настроенного также на частоту 1 000 *гц*.

Усилительный каскад служит для усиления мощности; в его состав входит лампа *Л2* (типа 6П3) и подключённый к обмотке локомотивного индуктора трансформатор *ТР-2*.

Выпрямительный каскад состоит из выпрямительной лампы *Л3* (типа 6Х6), включённой через трансформатор *ТР-3* в цепь анода лампы *Л2*. Ток, прошедший однополупериодное выпрямление в лампе *Л3*, питает приёмное реле *А*.

При нормальном режиме на сетку генераторной лампы подаются одновременно отрицательный потенциал, равный падению напряжения на нитях накала всех ламп (около 16,5 *в*) и положительный потенциал, равный падению напряжения на реле *А*.

Оба эти потенциала близки между собой по абсолютной величине, но противоположны по знаку; в итоге сетка имеет по отношению к катоду отрицательный потенциал около 1,5 *в*. При взаимодействии локомотивного индуктора с настроенным путевым индуктором (сигнал закрыт) происходит уменьшение силы тока в контуре локомотивного индуктора, в результате чего уменьшается ток и в приёмном реле *А*.

При снижении тока в реле *А* примерно до 75% от нормального положительный потенциал сетки лампы *Л1* уменьшается настолько, что на сетке создаётся отрицательный потен-

циал порядка 5 *в*; это вызывает прекращение генерирования лампы и уменьшение тока в реле *А* до нуля (самоблокирование).

Восстановление действия генераторной лампы происходит при нажатии рукоятки бдительности и возбуждении реле *Б*, при этом на управляющей сетке оказывается небольшой отрицательный потенциал, при котором лампа начинает генерировать; с возбуждением реле *А* через его фронтовой контакт подаётся напряжение на анод и экранную сетку генераторной лампы.

Трансформатор *ТР-1* собирается на торе из магнито-диэлектрика с постоянной магнитной проницаемостью, чем достигается стабильность индуктивности контура, а тем самым и частоты генерируемого тока.

Трансформаторы *ТР-2* и *ТР-3*, а также дроссель *ДР* выполняются на сердечниках из листовой трансформаторной стали толщиной 0,35 *мм* марок Э3А и Э4А.

Основные данные лампового генератора приведены в табл. 87, 88 и 89.

Таблица 87

Электрические характеристики реле лампового генератора

Основные данные	*А*	*Б*	*В*
Напряжение полного притяжения в *в* не более	11,5 (ток 3,8 *ма*)	25	70 и не менее 60 *в*
Напряжение отпадания в *в* не менее	3 (ток 1 *ма*)	4	—
Сопротивление обмотки постоянному току в *ом*	3 000±70	650±10%	4 400±10%
Число витков	33 000	11 400	26 600
Диаметр провода без изоляции марки ПЭЛ-1	0,12	0,16	0,09

Таблица 88

Основные электрические величины, характеризующие режим лампового генератора

Напряжение питания в *в*	Напряжение переменного тока на индукторе	Ток в реле *А* в *ма*	Напряжение и ток накала ламп	Частота тока лампового генератора в *гц*	Вторичное напряжение трансформатора *ТР-1* в *в*	Вторичное напряжение трансформатора *ТР-2* в *в*	Сопротивление изоляции *мгом*	Диэлектрическая прочность	Анодное напряжение
50	13,5±15%	Не менее 4,7	5,5±5% *в* 6П3—0,83 *а* 6Х6—0,29 *а*	1 000±10	6±20%	4±15%	10	1 000 эффективных вольт переменного тока частотой 50 *гц*	Генераторной лампы 33 *в*, усилительной лампы 50 *в*

Таблица 89

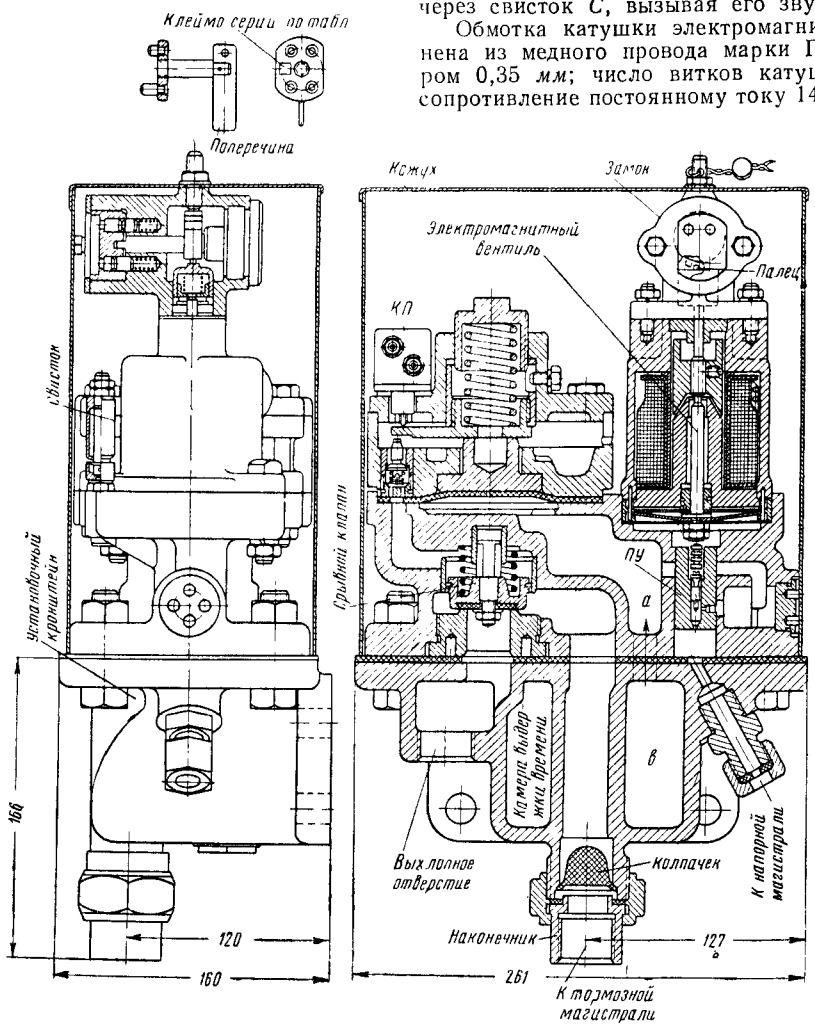
Электрические характеристики деталей лампового генератора

Обозначение по схеме	Наименование деталей	Характеристики
ТР-1	Трансформатор обратной связи	*I* обмотка —1 500 витков, провод ПЭШО ∅ 0,25, самоиндукция 252±2 *мгн*, сопротивление 35 *ом* с отводом C_p от 500 витков, 3 секции по 15 витков *II* обмотка—500 витков, провод ПЭШО ∅ 0,25, самоиндукция 27 *мгн*, сопротивление 12 *ом*
ТР-2	Трансформатор сеточный	*I* обмотка — 3 500 витков, провод ПЭШО ∅ 0,15, сопротивление 640 *ом* *II* обмотка —1 000 витков, провод ПЭШО ∅ 0,15, сопротивление 150 *ом*
ТР-3	Трансформатор анодный	*I* обмотка —3 000 витков, провод ПЭШО ∅ 0,15, сопротивление 450 *ом* *II* обмотка—2 200 витков, провод ПЭШО ∅ 0,20, сопротивление 120 *ом*
ДР	Дроссель	Сопротивление 170 *ом*, 3 000 витков, провод ПЭШО ∅ 0,25
C_1; C_2	Конденсатор бумажный	Тип КБГ, ёмкость 0,1 ±2% *мкф*, рабочее напряжение 200 *в*
C_3; C_4	Конденсаторы	Тип КБГ-МН, ёмкость 1,0±0,1 *мкф*, рабочее напряжение 200 *в*
C_5	Конденсатор	КБГ 0,1 *мкф* ±10%, рабочее напряжение 200 *в*
R-1	Сопротивление непроволочное	Сопротивление 4 000±±10% *ом*, тип СС малогабаритное
R-2	Сопротивление непроволочное	Сопротивление 100 000±10% *ом*, тип СС, малогабаритное
R-3	Сопротивление проволочное	Сопротивление 6 000±±30 *ом*, провод ПШДК ∅ 0,08
R-4 *R-5* *R-6* *R-7*	Сопротивление проволочное секционированное	Сопротивление 375 *ом*, провод ПШДК ∅ 0,1, сопротивление *R4* = =200±5 *ом*, *R5* = =100±2*ом*, *R6*=50±1 *ом*, *R7*=25±1 *ом*
R-8	Сопротивление проволочное	Сопротивление 10,6±±0,1 *ом*, провод константановый ∅ 0,45
R-9	Сопротивление непроволочное	Сопротивление 20 000±±20% *ом*, тип СС
R-6	Сопротивление проволочное	Сопротивление 39±±0,3 *ом*, провод константановый

Электропневматический клапан (ЭПК) связывает электрическую часть автостопа с тормозной системой поезда.

Основное назначение ЭПК — осуществление принудительного торможения поезда автостопом. Кроме того, при ЭПК имеется свисток, дающий перед началом вынужденного торможения предупреждающий звуковой сигнал.

Конструкция электропневматического клапана ЭПК-150, выпускаемого в настоящее время промышленностью, представлена на фиг. 357, а его принципиальная схема — на фиг. 358.



Фиг. 357. Конструкция электропневматического клапана ЭПК-150

В состав электропневматического клапана входят: электромагнитный вентиль *ЭВ*, камера выдержки времени с пневматическим устройством *ПУ*, срывной клапан *СК*, замок *з*, свисток *С*, концевой переключатель *КП*, кожух и установочный кронштейн.

Электромагнитный вентиль представляет собой электромагнит *1* с управляемым им воздушным клапаном *2* и служит для электрического управления работой ЭПК.

Нормально, при включённом состоянии автостопа, электромагнит находится в возбуждённом состоянии, а клапан вентиля закрыт

Когда электромагнит лишается тока, его якорь *3* под действием упругой металлической мембраны поднимается вверх, в результате чего под давлением воздуха открывается клапан и начинается выход воздуха из камеры выдержки времени и напорной магистрали через свисток *С*, вызывая его звучание.

Обмотка катушки электромагнита выполнена из медного провода марки ПЭ диаметром 0,35 *мм*; число витков катушки 5 000, сопротивление постоянному току 145 ± 10 *ом*.

Притяжение якоря и полное закрытие клапана вентиля при давлении в напорной магистрали 7—8 *ат* происходит при напряжении не более 30 *в*, отпадание — при напряженни не менее 5 *в*; ход якоря составляет 1,3—1,7 *мм*, ход клапана — 0,8—1,4 *мм*.

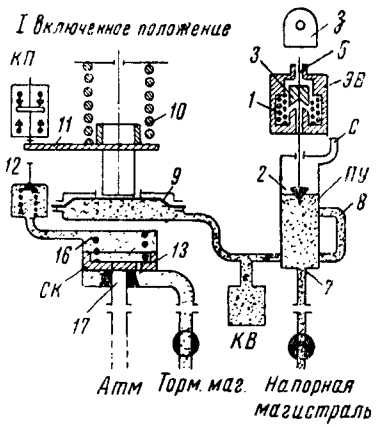
Для обеспечения необходимого воздушного зазора между сердечником электромагнита и якорем и предотвращения залипания последнего, вследствие остаточного магнетизма, на шток надевается латунная упорная шайба толщиной 0,5 *мм*.

Камера выдержки времени с пневматическим устройством предназначается для обеспечения необходимого интер-

вала (6—8 сек.) между моментом лишения питания обмотки электромагнита ЭПК током и началом разрядки тормозной магистрали.

Такой интервал необходим для того, чтобы машинист имел возможность зафиксировать восприятие сигнала нажатием рукоятки бдительности и тем самым предотвратить принудительное торможение; сигналами о предстоящем принудительном торможении служат свисток ЭПК и появление красного огня на световом указателе.

Основная часть камеры выдержки времени *в* расположена в кронштейне и соединена каналом (показано стрелкой) с дополнительной камерой *а* в корпусе ЭПК; через калиброванные отверстия *7* и *8* эта камера



Фиг. 358. Принципиальная схема клапана ЭПК-150

соединяется с напорной магистралью и клапаном вентиля. Дополнительная камера *а* сверху закрыта литой резиновой диафрагмой *9*, которая совместно с пружиной *10* посредством нажимного рычага *11* управляет возбудительным клапаном *12* и концевым переключателем *КП*.

Нормальное давление воздуха в камере выдержки времени 7—8 *ат*.

При разрыве цепи электромагнита, когда клапан вентиля открывается и воздух из камеры выдержки времени через свисток начинает выходить в атмосферу, давление в камере снижается и через 6—8 сек. падает до 1,5 *ат*— величины, при которой происходят переключение нажимного рычага и срабатывание возбудительного клапана с одновременным переключением контактов концевого переключателя. В результате начинается разрядка надпоршневого пространства срывного клапана и происходит размыкание цепи электромагнита ЭПК и замыкание цепи счётчика торможений.

Срывной клапан осуществляет разрядку тормозной магистрали поезда при принудительном его торможении. Он состоит из поршня *13* с уплотняющим кольцом и резиновой прокладкой, пружины *16* и седла *17*. Нормально поршень прижат к седлу своей резиновой прокладкой силой давления воздуха и пружины.

Как указывалось, управление срывным клапаном осуществляется посредством возбудительного клапана, при открытии которого надпоршневое пространство разряжается и поршень давлением воздуха снизу поднимается, сообщая тормозную магистраль с атмосферой.

Клапан закрывается при снижении давления в тормозной магистрали до 1—2 *ат*.

Замок предназначается для включения и выключения автостопа, а также для осуществления контроля за нахождением автостопа во включённом положении.

При вложенном и повёрнутом ключе замок механически воздействует на шток электромагнита и приводит в закрытое положение клапан вентиля, исключая действие автостопа.

При включении автостопа в действие ключ вынимается из замка и замок на шток не действует, — клапан управляется электромагнитом.

Во всё время следования поезда по участку, оборудованному автостопами, ключ от ЭПК находится у главного кондуктора.

Для устранения возможности выключения автостопа ключом с другого локомотива конструкцией замка и ключа к нему предусматривается возможность получения 24 различных серий путём соответствующего подбора штифтов.

Номер серии замка и ключа выбивается соответственно на шайбе замка и планке ключа.

Свисток служит для подачи сигнала о получении воздействия с пути.

Концевой переключатель предназначается для разрыва цепи электромагнита при начавшемся принудительном торможении для исключения возможности прекращения этого торможения нажатием рукоятки бдительности и восстановления системы без применения ключа автостопа. Кроме того, переключатель замыкает цепь счётчика торможений, фиксирующего принудительные остановки.

Кронштейн представляет конструкцию, несущую на себе съёмную часть ЭПК.

Все воздухопроводы ЭПК подведены к кронштейну, поэтому при снятии ЭПК и его установке не требуется какого-либо разъединения или соединения труб воздухопроводов.

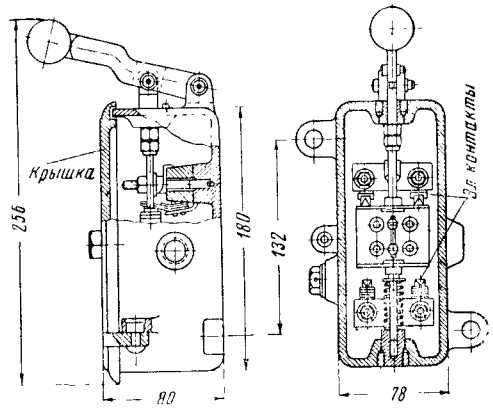
Рукоятка бдительности (фиг. 359) служит для фиксации внимания машиниста и его готовности лично принять необходимые меры к остановке или снижению скорости поезда; эта фиксация осуществляется кратковременным нажатием рукоятки при появлении предупреждающего сигнала (свисток, запрещающий оптический сигнал).

С рукояткой связаны два электрических контакта; нижний контакт, нормально разомкнутый, замыкается при нажатии рукоятки, а верхний—при отпуске её и возвращении в нормальное положение, осуществляемом спиральной пружиной.

Световой указатель (индикатор) (фиг. 360). Конструктивно выполнен в виде чугунной литой коробки *1* с наружной фасадной крышкой *2*, имеющей три световых очка.

Верхнее и среднее очки *3* застеклены белыми матовыми стёклами с нанесёнными на

них буквами «В» (вперёд) и «Н» (назад); очко с буквой «В» используется на всех локомотивах, оборудованных автостопом, а очко с буквой «Н» — только на паровозах, выде-



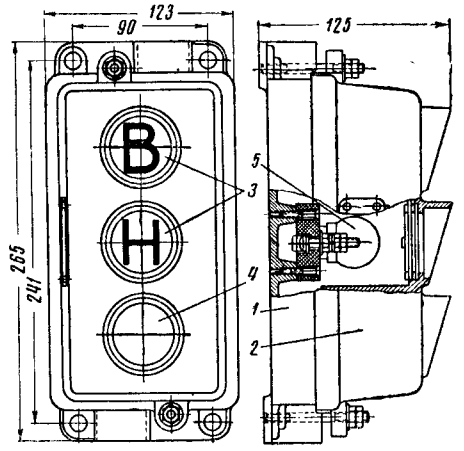
Фиг. 359. Рукоятка бдительности

ленных для движения как трубой, так и тендером вперёд; нижнее очко *4* имеет красное стекло.

Лампа красного очка, питаемая через тыловой контакт реле *А* (фиг. 354), загорается при получении воздействия с пути.

Лампы белых очков, получающие питание через фронтовой контакт реле *А*, горят при нормальном рабочем состоянии системы.

Внутри коробки указателя против очков расположены три панели, на которых укреп-



Фиг. 360. Световой указатель

лены лампы *5* мощностью 15 *вт* на напряжение 55 *в*.

Счётчик торможений (фиг. 361) состоит из трёх номерных дисков *1*, *2*, *3*, свободно насаженных на общей оси.

Диск единиц наглухо связан с шестерёнкой *4*, которая поворачивается анкерной вилкой *5*, причём смена показаний единиц происходит в два приёма. Прямой ход анкерной вилки совершается под действием якоря *6*, электромагнита *7*, а обратный — под действием пружины *8*.

Передача движения от диска единиц к диску десятков и от них к диску сотен осуществляется посредством промежуточных шестерёнок *9*.

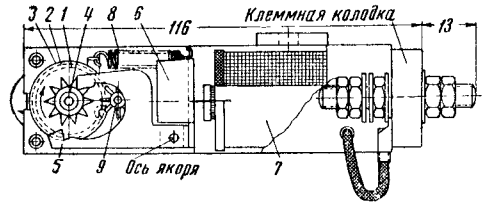
Сопротивление обмотки электромагнита счётчика 400 *ом*.

Переключатель состоит из двух контактных ножей на три фиксируемых положения; в среднем положении переключателя питание выключается, а в крайних включается или основной или резервный источник питания.

На плате переключателя имеются два предохранителя на ток 2 *а*.

Электропитание устройств автостопа на паровозе осуществляется от турбогенератора паровозного освещения типа ТГ-1М (мощность 1 *квт*, напряжение 50 *в*, ток 20 *а*, число оборотов 3 500 в минуту). Для обеспечения бесперебойного питания предусматривается установка второго (резервного) турбогенератора.

Рабочее напряжение турбогенератора 50 ± 5 *в*; сила тока, потребляемая устройствами автостопа, 1,7 *а*.



Фиг. 361. Счётчик торможений

Расход энергии на питание: лампового генератора — 50 *вт*; светового указателя — 15 *вт*, ЭПК — 20 *вт*.

Ламповый генератор, счётчик торможений и переключатель питания конструктивно объединяются в общий блок, называемый блоком лампового генератора; этот блок устанавливается на стенке, отделяющей место машиниста от входа в будку. На этой же стенке устанавливается и электропневматический клапан.

Рукоятка бдительности помещается под окном на стенке со стороны машиниста. Световой указатель монтируется на передней стенке будки.

Электропроводка автостопа укладывается в газовых трубах диаметром $^1/_2$ и $^3/_4$".

Монтаж электропроводки выполняется гибким проводом марки ПРГ или ПС сечением 1,5 *мм*^{2}, исключение составляет соединение локомотивного индуктора с блоком лампового генератора, где применяется провод только марок ПС и ПВГ (магнето). На паровозах, оборудованных устройствами автостопа, схема электрического освещения делается двухпроводной.

Сопротивление изоляции проводов и токоведущих частей устройств автостопа по отношению к корпусу паровоза должно быть не менее 1 *мгом*, а электропроводки освещения — не менее 0,5 *мгом*.

НЕПРЕРЫВНЫЕ СИСТЕМЫ ЛОКОМОТИВНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С АВТОСТОПОМ

В отличие от точечных систем автостопа непрерывные системы обеспечивают передачу воздействия с пути на локомотивы не в отдельных точках пути, а непрерывно во всё время следования поезда по оборудованному участку.

В этих системах воздействие с пути на локомотивы передаётся с помощью магнитного поля, образующегося вокруг ходовых рельсов при протекании по ним переменного тока.

Наиболее совершенными из непрерывных систем являются кодовые системы, характеризующиеся тем, что переменный ток посылается в виде импульсов, следующих в определённых комбинациях.

Каждая комбинация—к о д—соответствует тому или иному сигиальному показанию.

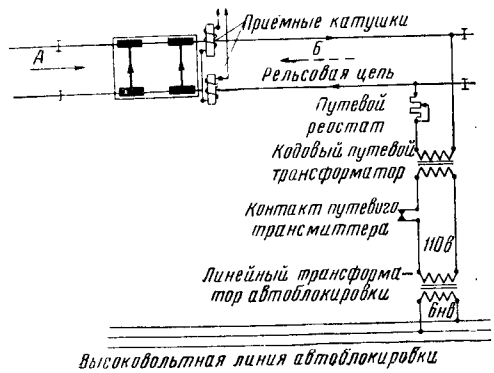
В локомотивной сигнализации практически нашли примеиение:

а) частотные коды (зарубежные железные дороги);

б) числовые коды (дороги Советского Союза).

Числовые коды представляют собой периодическн повторяющиеся серии импульсов и интервалов; коды, соответствующие различным сигнальным показаниям, отличаются разным числом импульсов.

Принципиальная схема кодирования рельсовых цепей при непрерывной кодовой локомотивной сигнализации с автостопом представлена на фиг. 362.



Фиг. 362. Схема кодирования рельсовой цепи: *А*—направление движения; *Б*—направление кодирования

Посылка кодовых импульсов в рельсы производится посредством кодовых трансмиттеров, превращающих непрерывный переменный ток в кодированный.

Приём импульсов на локомотиве осуществляется приёмными катушками, подвешенными над рельсами впереди его колёсных пар.

Величина э. д. с., наводимой в одной приёмной катушке (фиг. 363) магнитным потоком, создаваемым током одного рельса, определяется по формуле

$$E = 4{,}44 \cdot fw\Phi \cdot 10^{-8},\ в$$

где f — частота переменного тока;
w — число витков приёмной катушки;
Φ — магнитный поток, пронизывающий приёмную катушку.

Величина магнитного потока

$$\Phi = \frac{0{,}4\pi \cdot Aw_p}{R_в} = \frac{0{,}4\pi \cdot I_p}{R_в}.$$

Ампер-витки рельса Aw_p численно равны току в рельсе, так как $w_p = 1$.

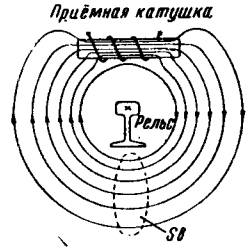
Магнитиое сопротивление потоку в воздухе

$$R_в = \frac{L_в}{S_в},$$

где $L_в$ — средняя длина магнитных силовых линий в воздухе;
$S_в$ — сечение магнитного силового потока в воздухе.

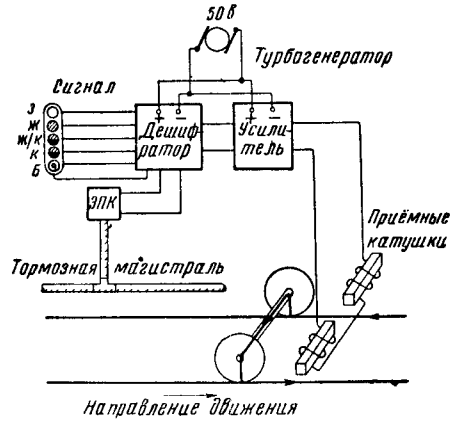
(Магнитное сопротивление сердечника ие учитывается.)

Общая схема локомотивных устройств показана на фиг. 364.



Фиг. 363. Приёмная катушка в магнитном поле рельса

Ток от приёмных катушек подаётся на усилитель, где происходит увеличение мощности кодовых импульсов, а также преобразование импульсов переменного тока в импульсы постоянного тока, которые затем поступают в обмотку импульсного реле. Это реле притягивает и отпускает свой якорь в такт поступающим импульсам и через свой контакт посылает от локомотивного источника постоянного тока идентичные импульсы в дешифратор, который расшифровывает принимаемые коды в соответствующие сигнальные показания.



Фиг. 364. Общая схема локомотивных устройств

При смене показаний локомотивного сигнала на более запрещающее цепь ЭПК размыкается и происходит продолжительный свисток, который может быть выключен, если

машинист в течение 6 сек. после появления свистка нажмёт рукоятку бдительности и восстановит цепь ЭПК. Если рукоятка бдительности не будет нажата своевременно, то происходят разрядка тормозной магистрали и остановка поезда.

При смене показания локомотивного сигнала на более разрешающее показание цепь ЭПК кратковременно разрывается (до 1 сек.) и происходит короткий свисток, извещающий машиниста о происшедшей смене огней на локомотивном сигнале; в этом случае восстановление цепи ЭПК и прекращение свистка происходят без вмешательства машиниста.

Дешифратор представляет собой комплект реле, смонтированных в общем ящике; назначение дешифратора сводится к расшифровке поступающих кодов, включению той или иной сигнальной лампочки согласно принимаемому коду и к управлению (посредством электропневматического клапана) автоматическим принудительным торможением поезда.

Локомотивная сигнализация с автостопом, непрерывной рельсовой цепью и центральным кодированием

Эта система локомотивной сигнализации разработана в 1935 г. НИИЖТ НКПС. Она существенно отличается от других непрерывностью рельсовых цепей, центральным кодированием и отсутствием напольных светофоров на перегонах. В этой системе принят числовой код (фиг. 365).



Фиг. 365. Схема числового кода

Отсутствие кодового тока в рельсах или появление в них непрерывного переменного тока вызывает на локомотивном сигнале горение красного огня.

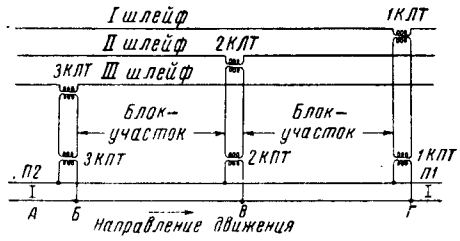
Ходовые рельсы, по которым осуществляется посылка кодовых токов, в электрическом отношении представляют собой непрерывную цепь на протяжении всего перегона без изолирующих стыков.

На границах блок-участков (через каждые 900—1 000 *м*) к ходовым рельсам подключаются путевые кодовые трансформаторы *КПТ*, получающие питание от кодовых линейных трансформаторов *КЛТ*, включённых последовательно в провода высоковольтной кодовой линии (фиг. 366).

Высоковольтная кодовая линия состоит из трёх пар проводов (шлейфов), по которым передаются импульсы переменного тока напряжением 6 600 *в*, вырабатываемые на центральной кодовой подстанции посредством мощного кодового трансмиттера.

Посылка импульсов в линию производится поочерёдно по шлейфам *I*, *II* и *III* при помощи специального высоковольтного переключателя.

Для электропитания стационных устройств на опорах кодовой высоковольтной



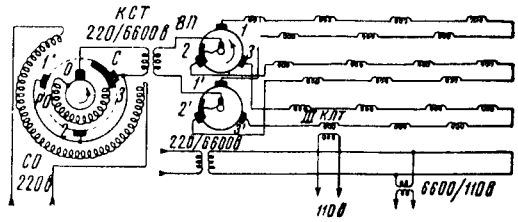
Фиг. 366. Схема включения кодовых трансформаторов

линии подвешиваются два провода, передающих непрерывный переменный ток частотой 50 *гц*, напряжением 6 600 *в*.

Трансмиттер представляет собой одиофазный мотор, используемый в качестве вращающегося трансформатора (фиг. 367).

Обмотка ротора одним концом выведена на медное кольцо, а другим к медному сегменту, укреплённому на валу машины.

Вращение якоря трансмиттера осуществляется через редуктор специальным электромотором. При вращении якоря со скоростью 50 об/мин. импульсы переменного тока через кольцо и сегмент якоря подаются посредством неподвижных щёток *0*, *1*, *2* и *3* в первичную обмотку повышающего трансформатора, а со вторичной обмотки его



Фиг. 367. Схема получения и передачи кодовых токов

через высоковольтный переключатель поочерёдно в шлейфы *I*, *II* и *III*; длительность каждого импульса 0,2 сек.

Если между двумя следующими один за другим поездами оказываются три путевых трансформатора, то в приёмные катушки заднего поезда попадают импульсы от всех трёх трансформаторов (код *III*); при сближении поездов, когда между ними остаётся два трансформатора, — на локомотиве заднего поезда *П2* будет восприниматься два импульса (код *II*), а при дальнейшем сближении и одном трансформаторе между поездами — один импульс (код *I*); при проезде последнего трансформатора задний поезд не будет вовсе получать импульсов, что вызовет появление красного огня на локомотивном сигнале.

Общая схема локомотивных устройств в принципе аналогична схеме, представленной на фиг. 364.

В состав локомотивного оборудования входят:

1) приёмные катушки, служащие для восприятия сигналов воздействия с пути;

2) ламповый усилитель, повышающий мощность воспринимаемых импульсов;

3) дешифратор, состоящий из 15 реле типа КДР с различным замедлением для осуществления схемы управления огнями локомотивного сигнала и электропневматическим клапаном;

4) локомотивный сигнал на четыре сигнальных показания;

5) электропневматический клапан (ЭПК) для осуществления принудительного автоматического торможения и подачи извещающего свистка при смене показаний на локомотивном сигнале;

6) рукоятка бдительности для предотвращения принудительных торможений в случае готовности машиниста принять необходимые меры к остановке или снижению скорости поезда.

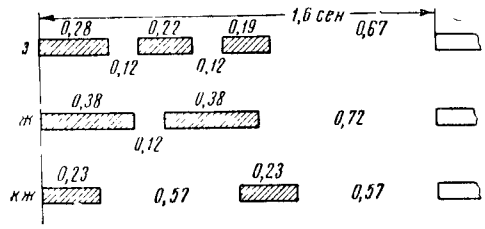
Электропитание локомотивных устройств осуществляется от турбогенераторов паровозного освещения, а на электросекциях — от мотор-генераторов, дающих постоянный ток напряжением 50 *в*.

Достоинством системы является простота путевых перегонных устройств вследствие отсутствия напольных сигналов, релейных шкафов, реле и изолирующих стыков.

Недостатком системы является необходимость перехода, из-за отсутствия напольных светофоров, на другие средства сношений по движению при следовании поездов с локомотивами, не оборудованными устройствами локомотивной сигнализации или при их неисправности.

Локомотивная сигнализация с автостопом и местным кодированием рельсовых цепей

Система разработана в 1940—1948 гг. ЦНИИ МПС и основана на применении числовых кодов, схема которых показана на фиг. 368.

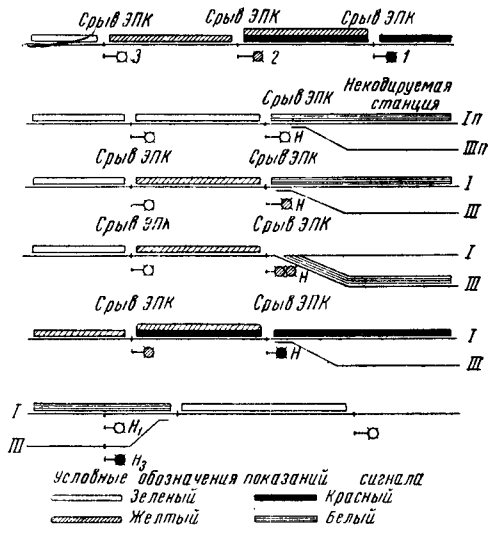


Фиг. 368. Схема кодов, посылаемых в рельсовую цепь

Коды представляют собой периодически повторяющиеся серии импульсов, причём число импульсов в каждой серии различно для разных кодов и, следовательно, для разных сигнальных показаний локомотивногосигнала импульсы каждой серии отделены один от другого короткими промежутками (0,12 сек.), а серии — более длинными (0,57—0,72 сек.).

Код зелёного огня содержит три импульса в каждом кодовом цикле, а коды жёлтого и жёлтого над красным огней имеют в кодовом цикле соответственно два и один импульс; при отсутствии кодового тока в рельсах или наличии в них непрерывного переменного тока на локомотивном сигнале появляется красный огонь.

Система локомотивной сигнализации с автостопом и местным кодированием рельсовых цепей рассчитана на совместную работу с устройствами трёхзначной автоблокировки и имеет предупредительную четырёхзначную локомотивную сигнализацию. Схема увязки показаний этого сигнала с показаниями напольных светофоров представлена на фиг. 369.



Фиг. 369. Увязка показаний локомотивного сигнала с показаниями напольных светофоров

Кроме основных сигнальных огней, на **локомотивном сигнале** имеется дополнительный белый огонь, являющийся индикатором выключения локомотивной сигнализации и автостопа и дающий машинисту право следовать, руководствуясь показаниями только напольных сигналов.

Белый огонь загорается при вступлении поезда на некодируемый путь после проезда входного светофора с разрешающим показанием и гаснет при вступлеиии поезда на кодируемый путь и появлении на локомотивном сигнале сигнального показания. Проезд красного светофора вызывает появление на локомотивном сигнале красного огня.

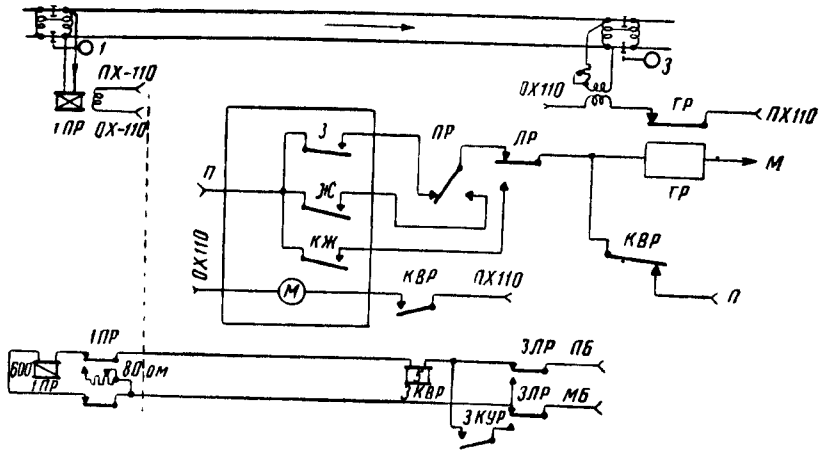
Передача кодовых импульсов с пути на локомотив осуществляется по рельсовым цепям автоблокировки.

Кодирование рельсовых цепей производится при помощи кодовых трансмиттеров КПТ, представляющих собой коммутационные устройства, разрывающие и замыкающие

цепь непрерывного переменного тока в соответствии с принятой системой кодов.

Для каждой рельсовой цепи применяется индивидуальное (местное) кодирование.

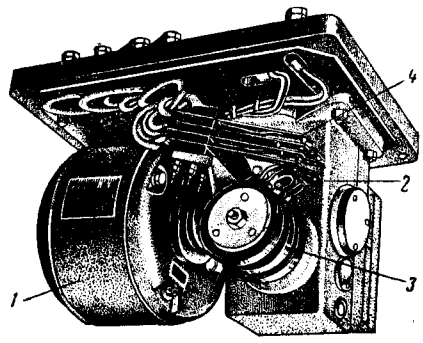
Один из возможных вариантов кодирования рельсовых цепей на перегонах представлен на фиг. 370.



Фиг. 370. Вариант кодирования рельсовой цепи

Нормально в рельсовую цепь подаётся непрерывный переменный ток для питания путевого реле автоблокировки.

При вступлении поезда путевое реле шунтируется и переключает линейную цепь с обмотки линейного реле сопротивлением 600 *ом* на реостат сопротивлением 80 *ом*; в результате ток в линейных проводах возрастает,



Фиг. 371. Трансмиттер типа КПТ:
1—мотор; *2*—редуктор; *3*—кулачковые шайбы; *4*—контактная система

вызывая притяжение якоря низкоомного кодововключающего реле *КВР*; последнее замыкает цепь мотора *М*, пускает в ход трансмиттер и подключает к нему трансмиттерное реле *ТР*.

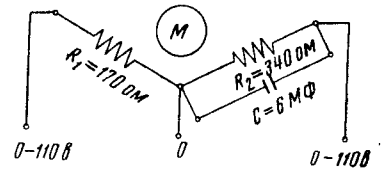
Трансмиттерное реле своим контактом посылает в рельсовую цепь вместо непрерывного тока импульсы переменного тока, образующие код.

Общий вид трансмиттера типа КПТ представлен на фиг. 371.

В состав трансмиттера входят: однофазный асинхронный мотор *1*, редуктор *2*, три кулачковые шайбы *3* и контактная система *4*.

Мотор—типа АСОМ-48 с двумя обмотками на статоре и конденсатором типа КБГ-МИ-400, подключённым параллельно одной из них для сдвига фазы между токами, протекающими в *I* и *II* обмотках (фиг. 372).

Скорость вращения якоря мотора 970 об/мин. при токе 50 *гц*. Продолжительность одного оборота кулачковых шайб после



Фиг. 372. Схема обмоток трансмиттера

редуктора у трансмиттера типа КПТ-5—1,6 сек.

Трансмиттер заключается в металлический сварной кожух, имеющий следующие размеры: длина 216 *мм*, ширина 168 *мм*, высота 174 *мм*.

Мощность, потребляемая трансмиттером, составляет 16 *вт*.

Трансмиттерное реле — реле типа КДР-2 с усиленными вольфрамовыми контактами.

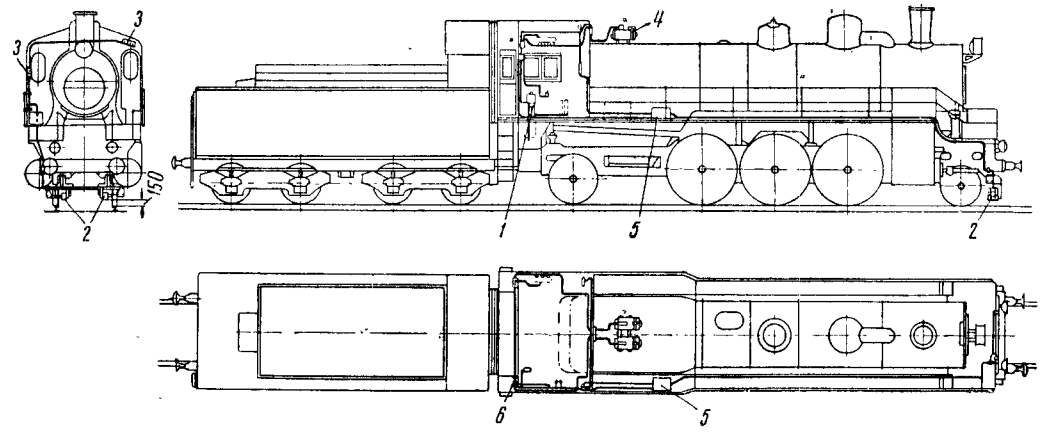
Посылка кодового тока, соответствующего тому или иному сигнальному показанию, определяется состоянием впереди лежащих блок-участков и осуществляется посредством контактов линейного реле.

Путевые устройства проектируются и регулируются таким образом, чтобы обеспечить под каждой из приёмных катушек локомотива ток в рельсах не менее 1,2 и не более 25 *а*.

Локомотивное оборудование на паровозах размещается согласно

фиг. 373, где *1* — электропневматический клапан, *2* — приёмные катушки, *3* — локомотивный сигнал машиниста и его помощника, *4* — турбогенератор, *5* — общий ящик, *6* — блок-переключатель.

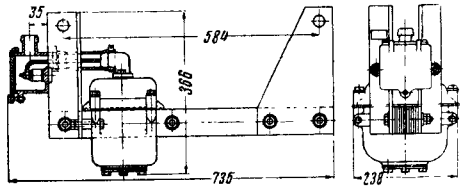
Усилитель включается между приёмными катушками и импульсным реле для усиления мощности электрической энергии, получаемой от приёмных катушек (коэфициент усиления 10 000).



Фиг. 373. Размещение аппаратуры на паровозе

Приёмные катушки подвешиваются так, что середина сердечников располагается приблизительно над рельсами; высота самой низкой точки приёмной катушки над головкой рельса составляет не менее 150 *мм*, что соответствует габаритам подвижного состава.

Каждая приёмная катушка (фиг. 374) состоит из сердечника из листовой стали с обмоткой в 3 200 витков из провода марки ПБД диаметром 0,5 *мм*, сопротивлением постоянному току около 120 *ом* и переменному 50 *гц* — около 600 *ом*; индуктивность обмотки около 7,1 *гн*; изоляция обмотки приёмной катушки относительно корпуса имеет сопротивление не ниже 50 *мгом*.



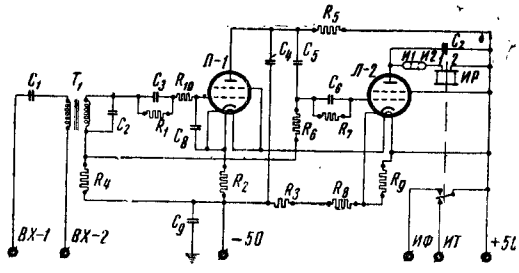
Фиг. 374. Приёмная катушка

Обмотка защищена снаружи алюминиевым кожухом и залита внутри кожуха изоляционной массой. Кожух состоит из двух половин, электрически изолированных одна от другой резиновой прокладкой и фибровыми втулками и шайбами на болтах.

Э. д. с., индуктированная в паре последовательно соединённых катушек при высоте подвески 150 *мм* и минимальном токе в рельсах 1,2 *а*, 50 *гц*, равна около 0,2 *в*, а мощность $7{,}5 \cdot 10^{-6}$ *вт*. Индуктивность катушек компенсируется конденсатором ёмкостью 0,75 *мкф*.

Принципиальная схема усилителя представлена на фиг. 375.

Для защиты от помех при усилителе имеется фильтр, настроенный на частоту 50 *гц* и состоящий из двух контуров:



Фиг. 375. Принципиальная схема усилителя

1) конденсатор C_1, первичная обмотка трансформатора T_1 и обмотка приёмных катушек;

2) вторичная обмотка трансформатора T_1 и конденсатор C_2.

В усилителе применяются две одинаковые лампы—лучевые тетроды ЗОП-1М.

Лампа *Л1* является усилителем напряжения, а лампа *Л2* — усилителем мощностн и детектором

Гридлик C_3R_1 автоматически создаёт дополнительное отрицательное смещение на сетке первой лампы при увеличении кодового тока в рельсах, чем устраняется затяжка импульсов.

Гридлик C_6R_7 создаёт автоматическое дополнительное смещение на сетке второй лампы для уменьшения затягивания кодовых импульсов при повышенни напряжения питания до 60 *в*.

Конденсаторы C_4, C_8, C_9 и сопротивление R_{10} защищают усилитель от посторонних электрических влияний.

При приёме кодовых импульсов переменное напряжение 50 *гц* со вторичной обмотки трансформатора *Т1* подаётся на сетку лампы *Л1*, в результате чего на сопротивлении R_5 в анодной цепи этой лампы создаётся пульсирующее напряжение, переменная составляющая которого через конденсатор C_5 подаётся на сетку лампы *Л2*; в результате в анодной цепи лампы $Л_2$, куда включено импульсное реле *ИР*, проходит усиленный и выпрямленный ток, достаточный для работы этого реле.

Минимальный ток в импульсном реле при напряжении питания от 40 до 60 *в* и кодовом токе в рельсах 1,2 *а* составляет 4,5 *ма*; минимальный ток притяжения импульсного реле — 3,5 *ма*.

При отсутствии кодовых токов под приёмными катушками в анодной цепи второй лампы протекает ток не более 1 *ма*, вследствие чего импульсное реле держит якорь в отпавшем положении.

Длительность кодовых импульсов при изменении кодового тока от 1,2 до 25 *а* может изменяться в пределах ± 0,04 сек.

Электрические данные конденсаторов и сопротивлений приведены в табл. 90 и 91.

Таблица 90

Электрические данные конденсаторов

Индекс в схеме	Тип	Рабочее напряжение в *в*	Ёмкость в *мкф*	Допустимые отклонения ёмкости ±%
C_1	КБГ	200	0,75	2
C_2	КБГ	200	0,1	2
C_3	КБГ	200	0,25	10
C_4	КБГ	200	0,25	10
C_5	КБГ	200	0,1	10
C_6	КБГ	200	1,0	10
C_7	КБГ	200	4,0	10
C_8	КСО-3	250	0,001	10
C_9	КБГ	500	0,1	10

Таблица 91

Электрические данные сопротивлений

Индекс в схеме	Тип	Мощность в *вт*	Сопротивление в *ом*	Допустимые отклонения сопротивления ±%
R_1	ВС	0,25	10^6	10
R_2	Проволочное	2,0	4	2*
R_3	»	2,0	$2 \cdot 10^2$	2*
R_4	»	0,25	$3 \cdot 10^2$	2*
R_5	»	2,0	$6 \cdot 10^3$	2
R_6	ВС	0,25	10^6	10
R_7	ВС	0,25	10^6	10
R_8	ВС	2,0	$8 \cdot 10^3$	10
R_9	Проволочное	2,0	$7 \cdot 10^2$	2
R_{10}	ВС	0,25	$8 \cdot 10^3$	10

* Выполняются на общем каркасе.

Сердечник трансформатора T_1 набирается из Ш-образной стали марки ЕС-4А с толщиной листа 0,35 *мм* и имеет регулируемый воздушный зазор для настройки фильтра; трансформатор заключается в железный кожух-экран.

Катушки трансформатора намотаны проводом марки ПЭШО диаметром 0,15 *мм*; первичная обмотка имеет 1 000 витков сопротивлением 160 *ом* ± 10%, вторичная — 12 000 витков сопротивлением 2 500 *ом* ±10%.

Обмотка импульсного реле имеет 33 000 витков из провода ПЭЛ диаметром 0,12 *мм*, сопротивлением 3 000 *ом* ± 10%.

Лампы и часть конденсаторов с сопротивлениями размещаются на амортизационной гетинаксовой панели (амортизаторы — прокладки из пористой резины).

Усилитель закрывается железным чехлом, имеющим уплотняющие резиновые прокладки.

Дешифратор представляет собой релейную ячейку из 12 реле типов КДР-1, РК, РКА-М и НР-С.

Посредством дешифратора осуществляются:

1) включение на локомотивном сигнале огня, строго соответствующего принимаемому коду;

2) включение на локомотивном сигнале красного огня при отсутствии кодового тока в рельсах или при наличии в них непрерывного переменного тока;

3) зажигание на локомотивном сигнале белого огня при вступлении поезда на некодируемый путь после проезда разрешающего сигнала и выключение его при входе на кодируемый путь;

4) подача посредством ЭПК свистков, извещающих машиниста о смене показаний на локомотивном сигнале;

5) исключение возможности смеины огней локомотивного сигнала в случае засорения одного из кодовых циклов посторонними импульсами, а также в случае перерыва подачи кода на время не более 1,5 сек., что является максимальным перерывом поступления кодов при переходе локомотива с одной рельсовой цепи на другую;

6) исключение появления разрешающего показания локомотивного сигнала в случае поступления кодовых серий с числом импульсов в каждой серии более трёх;

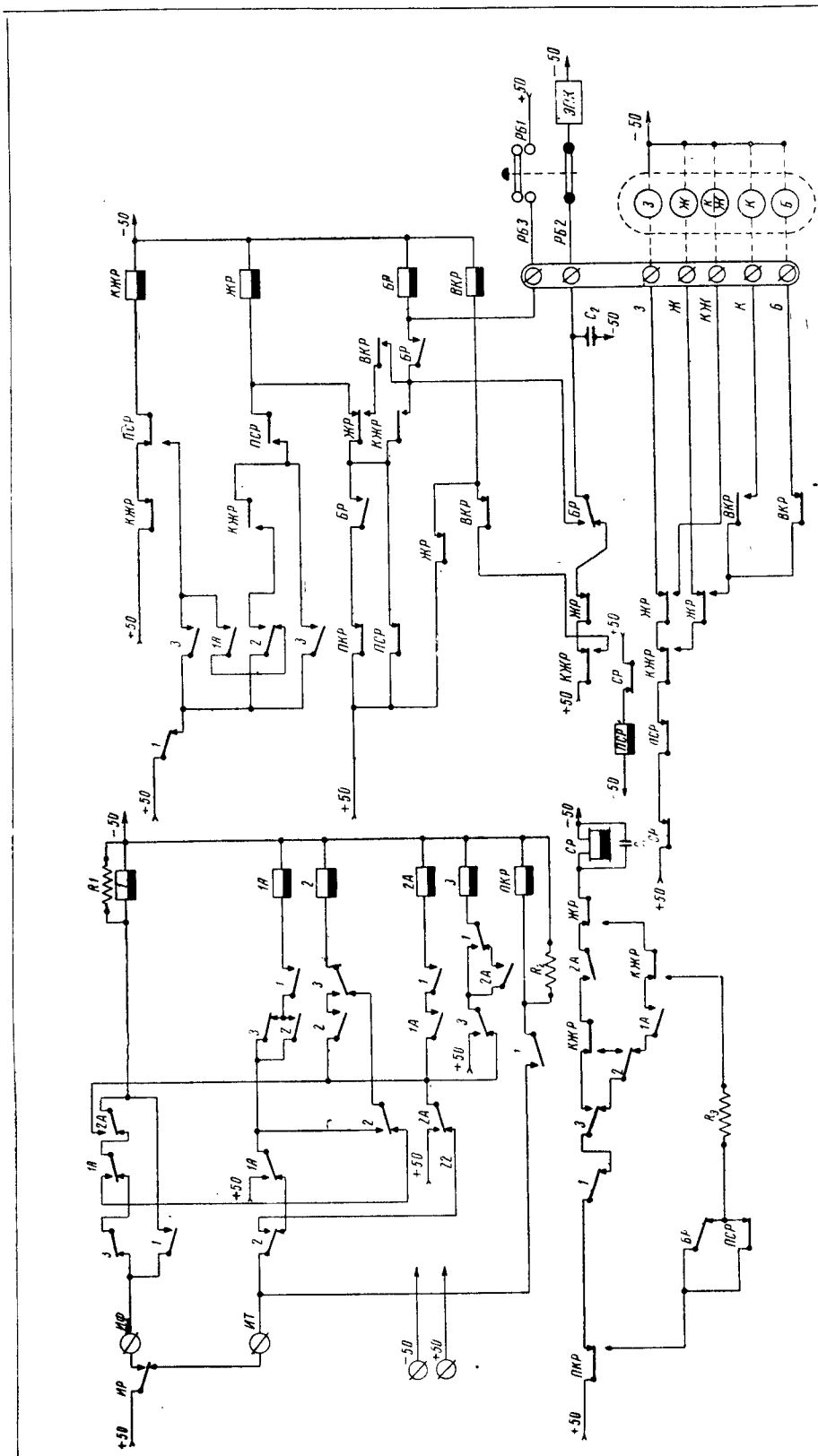
7) исключение возможности появления на локомотивном сигнале огня, более разрешающего, нежели огонь, соответствующий принимаемому коду, в случаях обрыва проводов, незамыкания контактов, несрабатывания реле, их разрегулировки и пр.

В схему дешифратора, представленную на фиг. 376, входят:

1) реле-счётчики *1*, *1А*, *2*, *2А*, *3* и реле *ПКР* для фиксации принимаемых кодов;

2) сигнальные реле *КЖР*, *ЖР*, управляющие сигнальными огнями локомотивного сигнала, и реле *ВКР*, управляющее вспомогательным белым огнём;

3) реле соответствия *СР*, контролирующее соответствие между работой счётчиков и положением сигнальных реле, а также замедляющее смену показаний локомотивного сигнала и предотвращающее этим появление ложных огней при кратковременном перерыве в подаче кода или при появлении кратковременных помех; реле соответствия (типа НР-С) имеет большое замедление



Фиг. 376. Принципиальная схема дешифратора ДКА-3. Сопротивление $R_1 = 200$ *ом* (мощность 18 *вт*), $R_2 = 50$ *ом*; конденсатор C_1 ёмкостью 0,1 *мкф*, 250 *в*; реле типа РКА изготовляются с якорями без регулировочных пробок.

вследствие наличия массивной медной обоймы на сердечнике;

4) реле бдительности *БР*, управляющее (совместно с *КЖР* и *ЖР*) электропневматическим клапаном.

Электрические данные реле дешифратора приведены в табл. 92

При приёме кода *З* на локомотивном сигнале горит зелёный огонь, кода *Ж* — жёлтый огонь и кода *КЖ* — жёлтый с красным.

При приёме поезда на станцию с некодированными путями или на некодированный путь и проследовании поездом входного сигнала с разрешающим огнём поступление кодов прекращается и на локомотивном сигнале загорается белый огонь, извещающий о том, что поезд вступил на некодируемые станционные пути.

При каждой смене показаний локомотивного сигнала на более запрещающие показания, а также при каждом появлении белого огня и смене его красно-жёлтым огнём происходит выключение питания ЭПК и начинается продолжительное звучание свистка, предупреждающее о предстоящем автоматическом принудительном торможении; для предотвращения торможения необходимо нажатие рукоятки бдительности. Коротким свистком сигнализируется появление на локомотивном сигнале только зелёного огня.

При приёме кодов счёт кодовых импульсов в циклах, отделённых один от другого длинными интервалами, производится счётчиками *1*, *2* и *3*; интервалы между ними фиксируются счётчиками *1А* и *2А*.

После произведённого отсчёта импульсов каждого цикла схема счётчиков приводится в начальное положение в длинном интервале, в котором через 0,27 сек. отпускает свой якорь счётчик *1*, а затем при приёме кода *КЖ* — реле *1А*, кода *Ж*—реле *1А*, *2А* и *2*, кода *З*— реле *1А*, *2А* и *3*.

Если по какой-либо причине следуют импульсы, не разделённые длинными интервалами на циклы, то после четвёртого и последующих импульсов счётчики *1* и *3* остаются в возбуждённом состоянии, а остальные отпускают свои якори.

Соответствие показания локомотивного сигнала поступающему коду проверяется реле *СР* в каждом кодовом цикле.

В конце цикла в длинном интервале через тыловой контакт счётчика *1* и фронтовые контакты соответствующих других счётчиков и сигнальных реле получает питание реле *СР*, которое, обладая замедлением на отпадание около 5 сек., держит свой якорь притянутым. При этом указанное замедление исключает ложную смену показания локомотивного сигнала при кратковременном искажении или пропадании кода в момент перехода с одной рельсовой цепи на другую.

В том случае, когда начинает поступать код, не соответствующий показанию локомотивного сигнала, т. е. требуется смена показания последнего, цепь реле *СР* нарушается и оно, не получая питания, через 5 сек. отпускает свой якорь, после чего возбуждаются сигнальные реле, отвечающие принимаемому коду, восстанавливается соответствие между показанием локомотивного сигнала и поступающим кодом, и реле *СР* вновь возбуждается.

Управление ЭПК производится контактами сигнальных реле и реле *БР*. Реле *БР* при всех показаниях локомотивного сигнала, кроме зелёного, питается током через собственный контакт.

При смене показания на более запрещающее реле *БР* оказывается без тока и для его возбуждения необходимо нажатие рукоятки бдительности.

При смене жёлтого огня на красный с жёлтым реле *КЖР*, возбуждается ранее, чем отпустит якорь реле *ЖР* и обрывает цепь реле *БР*; при появлении красного огня цепь *БР* разрывается контактами реле *ПКР* и *ПСР*.

Аппаратура дешифратора монтируется на металлической раме, прикреплённой к железной плите размером 440 × 110 *мм*, и

Таблица 92

Реле дешифратора ДКА-3

Индекс по принципиальной схеме	Тип реле	Сопротивление обмотки в *ом* ± 10%	Материал каркаса	Напряжение полного подъёма в *в* не более	Напряжение отпадания в *в* не менее	Замедление притяжения в сек. не более	Замедление на отпадание при напряжении 50 *в*	
							не менее сек.	не более сек.
1	РКА	420	Медь	25	4	0,07	0,27	0,30
1А	РКА	420	»	25	4	0,07	0,34	0,37
2	КДР-1	650	»	25	4	0,05	0,03	0,05
2А	РКА	420	»	25	4	0,07	0,34	0,37
3	КДР-1	280	»	25	8	0,05	0,03	0,05
ПКР	РКА-М	420	»	25	1,2	0,07	1,1	1,3
КЖР	КДР-1	650	»	25	8	0,05	0,03	0,05
ЖР	КДР-1	650	»	25	8	0,05	0,03	0,05
БР	КДР-1	650	»	25	8	0,05	0,03	0,05
ВКР	РКА	650	»	25	4	0,07	0,15	0,20
ПСР	КДР-1	650	»	25	8	0,05	0,03	0,05
СР	НР-С	300	»	6	1	0,15	5,0	6,0

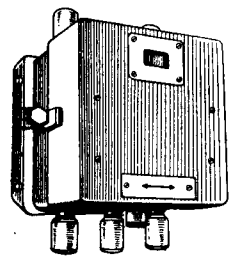
закрывается железным чехлом, имеющим уплотняющие резиновые прокладки.

Усилитель и дешифратор на локомотиве устанавливаются в общий железный ящик размерами: длина 522 *мм*, ширина 380 *мм*, высота 315 *мм*.

В системе применяется электропневматический клапан ЭПК-150, описание которого дано выше.

ЭПК помещается на задней стенке за сиденьем машиниста. Локомотивные сигналы устанавливаются на передней стенке будки (один со стороны машиниста и один со стороны помощника).

Общий блок счётчика и переключателя (фнг. 377) устанавливается на верхней части задней стенки будки и даёт возможность переключать питание устройств на резервный источник.



Фиг. 377. Блок счётчика и переключателя

Питание устройств и монтаж электропроводов производятся, как и при точечном автостопе системы лауреата Сталинской премии Танцюра, и описаны выше.

К особенностям локомотивной сигнализации этого вида относятся:

1) приспособленность её к совместной работе с автоблокировкой;

2) возможность применения с кодированием и без кодирования путей на станциях;

3) тождественность показаний напольных светофоров и локомотивных сигналов при принятой предупредительной сигнализации;

4) индивидуальное (местное) кодирование рельсовых цепей, при котором не нарушается нормальная работа перегона в целом в случае вывода из строя кодовых устройств какой-либо одной из рельсовых цепей.

СКОРОСТНАЯ АВТОРЕГУЛИРОВКА

Наличие рукоятки бдительности как в системе индуктивно-резонансного точечного автостопа, так и в непрерывных системах локомотивной сигнализации с автостопом, делает эти системы пермиссивными, т. е. допускающими возможность проезда закрытых напольных сигналов при нажатии этой рукоятки без какого-либо ограничения скорости поезда.

Применение рукоятки бдительности вызывается эксплуатационной необходимостью проследования запрещающих пермиссивных светофоров на перегонах, при приёме на станцию по пригласительному огню и при неисправностях автоблокировки или централизации.

Обеспечение принудительного снижения скорости поезда при подходе его к закрытому напольному сигналу может быть осуществлено посредством устройств скоростной авторегулировки. Эти устройства работают в зависимости от показания сигналов и скорости хода поезда.

Если скорость поезда превышает величину, допустимую при данном показании сигнала, устройства автоматически снижают её или осуществляют контроль снижения скорости машинистом в соответствии с требованием сигнала.

Устройства скоростной авторегулировки могут быть выполнены как в виде точечных систем, так и в виде непрерывных.

Системы авторегулировки в принципе представляют собой дальнейшее развитие устройств локомотивной сигнализации с автостопом.

При скоростной автоматической регулировке передача воздействий с пути на локомотив осуществляется теми же способами, что и в системах локомотивной сигнализации с автостопом.

В локомотивных устройствах точечных и непрерывных систем авторегулировки для измерения фактической скорости поезда и осуществления зависимостей между нею и показанием сигналов предусматривается установка скоростемера (или скоростемеров) с электрическими контактами, производящими необходимые переключения электрических цепей и других приборов для воздействия на тормоза поезда.

Устройства авторегулировки, осуществляющие ступенчатое служебное торможение, соответствующее различным сигнальным показаниям, довольно сложны.

Более простыми они оказываются в том случае, когда скорость поезда приводится в соответствие с показанием сигнала самим машинистом, а устройства авторегулировки лишь контролируют поддержание скорости в установленных пределах, вызывая экстренное торможение в случае нарушения машинистом допускаемого режима скорости.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПЕРЕЕЗДНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

ВИДЫ ОГРАЖДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ПЕРЕЕЗДАХ

На пересечениях в одном уровне железнодорожного пути с дорогами авто-гужевого транспорта, трамвайными линиями, двух железнодорожных линий вводятся ограждающие устройства в виде: типовых знаков, сигналов, шлагбаумов, автоматической переездной сигнализации.

Характеристика переездов приведена в ТСЖ, том 5, стр. 195 (путевые знаки и сигналы там же, стр. 199). Оборудование переездов разных категорий указано в табл. 93.

ШЛАГБАУМЫ МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ

Принудительное загражденне переезда при подходе к нему поезда производится шлагбаумами. Конструктивные данные шлагбаумов даны в табл. 94.

Таблица 93

Оборудование переездов ограждающими устройствами и сигнализацией

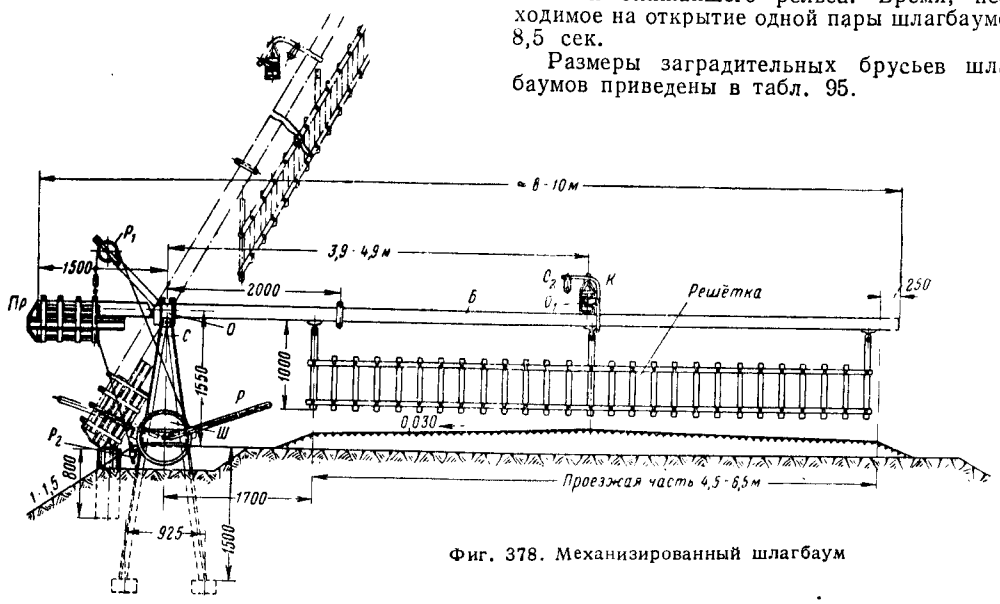
Устройства	Категории переездов			
	I	II	III	IV
Шлагбаумы	На устройства составляется индивидуальный проект	Автоматизированные или механизированные	Механизированные (на охраняемых переездах)	Механизированные или немеханизированные (на охраняемых переездах)
Автоматическая переездная сигнализация	То же	Световая и звуковая	—	—
Переездные сигналы	—	Типовые сигналы	Типовые сигналы	Типовые знаки
Освещение	»	Электрическое	Электрическое или др.	—
Связь	»	Телефон	Телефон	—

Таблица 94

Конструктивные данные шлагбаумов с рычажным переводным механизмом

Характеристика шлагбаума	Ширина проезжей части переезда в *м*				
	4,5	6,5	7,5	9,0	12,0
Длина шлагбаума общая в *м*	7,95	9,95	6,95	7,7	9,2
« длинного плеча в *м*	6,45	8,45	5,45	6,20	7,7
« короткого « « «	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Вес шлагбаума в *кг*	96,0	121,0	86,0	94,4	118,8
Усилие на рукоятке лебёдки в *кг*:					
в начале закрытия	1,0—3,0	1,0—3,0	2,3—6,9	1,5—4,5	2,0—6,0
« конце «	5,4—16,2	5,7—17,1	5,0—15,0	5,0—15,0	5,7—17,1

Механизированный односторонний шлагбаум (фиг. 378) состоит из буферного бруса *Б* с противовесом *Пр*, вращающегося на оси *О*,



Фиг. 378. Механизированный шлагбаум

стойки *С*, кронштейна *К* с фонарём и сигнальными очками: O_1 — красного и O_2 — зелёного.

Управление шлагбаумом механическое посредством гибкой передачи и рычажного стаика *Р*.

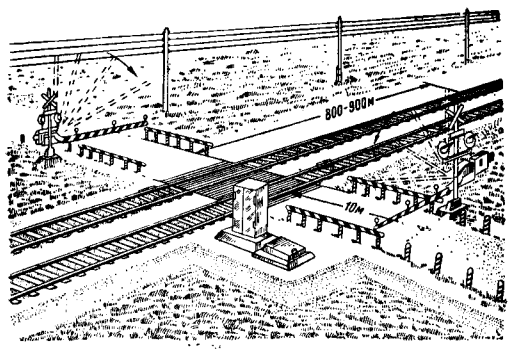
При ширине переездов более 6,5 *м* (до 12 *м*) устанавливают два шлагбаума с каждой стороны переезда на расстоянии 10 *м* от головки ближайшего рельса. Время, необходимое на открытие одной пары шлагбаумов, 8,5 сек.

Размеры заградительных брусьев шлагбаумов приведены в табл. 95.

Автоматизированные шлагбаумы с электрическим приводным механизмом работают автоматически при приближении к переезду поезда.

Автоматизированные шлагбаумы, разработанные Транссигналсвязьпроектом, устанав-

ливаются по обе стороны переезда (фиг. 379) на расстоянии не менее 10 *м* от крайнего рельса.



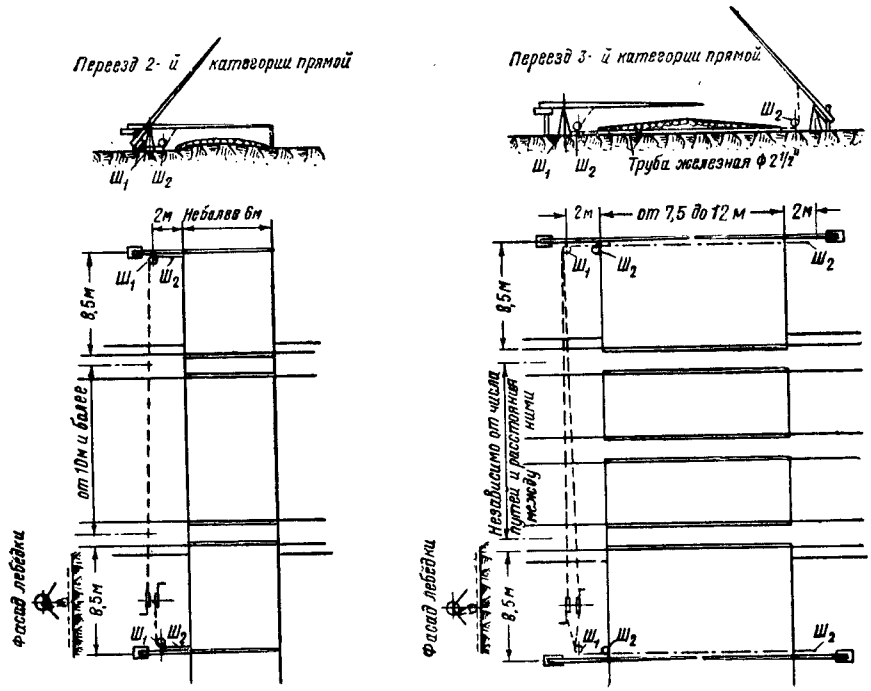
Фиг. 379. Установка шлагбаумов

Таблица 95

Заградительные брусья шлагбаума

Число шлагбаумов	Ширина проезжей части переезда в *м*	Длина заградительного бруса шлагбаума
2	14,0 (автострада)	7,5
2	12,0	6,5
2	9,0	5
1 или 2	7,5	7,5 или 4,25
1	6,5	6,5
1	4,5	4,25

Приводной механизм заградительного бруса имеет следующие части: а) электродвигатель мощностью 0,25 *квт*, 30 *в*, 8,5 *а*, 400 об/мин.; б) редуктор с передаточным числом 160; в) фрикционное сцепление; г) сцепляющий электромагнитный механизм (табл. 96); д) контроллер с контактами; е) реле, управляющее электродвигателем; ж) регулируемое сопротивление.



Фиг. 380. Схема переездов

Схема переездов приведена на фиг. 380.

Автоматизированный шлагбаум (фиг. 381) имеет следующие части: мачту, приводной механизм заградительного бруса, заградительный брус, световые мигающие сигналы, звуковой сигнал (ревун), щитковые указатели, противовесы, уравновешивающие заградительный брус.

Брус окрашивается в чёрный и белый цвета косыми полосками с рефлектирующими шариками на чёрных полосах.

На брусе расположены 2—3 сигнальных двусторонних фонаря, горящих при загораживающем положении шлагбаума красным мигающим или немигающим светом.

При открытом положении бруса огни гаснут.

Фиг. 381. Автоматизированный шлагбаум

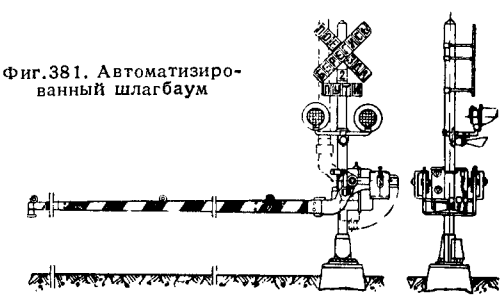


Таблица 96

Электрические характеристики сцепляющего механизма и управляющего реле

Обмотка	Напряжение в *в*	Сопротивление в *ом*	Ток в *а*
Удерживающая сцепляющего механизма	12	600	0,02
Притягивающая сцепляющего механизма	24	22,2	1,25
Управляющего реле	24	230	0,104

Нормально брус шлагбаума поднят и удерживается в вертикальном положенни при помощи храповичка и собачки возбуждённого сцепляющего механизма. При вступлении поезда на изолированную секцию перед переездом через 3—5 сек. выключается сцепляющий механизм и освобождённый брус под действием силы тяжести опускается в течение 10—15 сек. в горизонтальное положение. Подъём бруса электродвигателем длится 6 сек.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПЕРЕЕЗДНАЯ И ЗАГРАДИТЕЛЬНАЯ СИГНАЛИЗАЦИИ

Автоматическая переездная сигнализация (табл. 97) даёт сигнал остановки (красный мигающий огонь) в сторону авто-гужевой дороги заблаговременно, до приближения к переезду поезда. Сигнал остановки подаётся до полного освобождения переезда поездом.

Переездную сигнализацию оборудуют посредством рельсовых цепей.

Рельсовые цепи перед переездом делаются такой длины L, чтобы переездные сигналы включались не менее чем за 30 сек. до подхода поезда к переезду.

Длина L (от начала её до переезда) равна

$$L = \frac{1\,000\,v\,T}{3\,600}\ м,$$

где v — скорость самого быстроходного поезда в *км/час*;

T — время начала предварительного включения огней при подходе к переезду поезда в сек.

Ограждение переезда с густым автотранспортным движеннем со стороны поезда в случае аварии на переезде осуществляется заградительной сигналнзацней.

На участках с автоблокировкой заградительная сигнализация (фиг.382) представляет собой светофоры, установленные на расстоянии 50 *м* с обеих сторон переезда для каждого пути. Светофоры имеют красные огни, нормально погашенные. При аварии на переезде дежурный по переезду, срывая пломбу с рубильника и перебрасывая его в другое положение, включает все заградительные сигналы и одновременно закрывает проходные сигналы автоблокировки. Заградительная сигнализация применяется на всех ограждаемых переездах. Типовая схема автоматической переездной сигнализации для однопутных железных дорог (фиг. 383) выполняется с применением двух рельсовых цепей.

При отсутствии поезда на участках *1* и *2* сигнальные и мигающее реле выключены и переездные сигналы *А* и *Б* погашены.

При движении поезда в нечётном направлении с момента вступления поезда на участок *1* путевое реле *1ПР* отпускает якорь и включает реле *НСР* и *МР*. После этого через тыловой контакт реле *1ПР* и попеременно переключающиеся контакты реле *МР* получают питание лампы сигналов *А* и *Б* и начинают гореть мигающим светом с частотой 40—45 миганий в минуту.

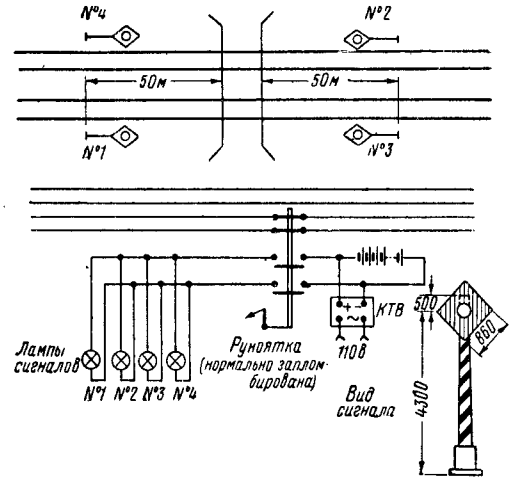
Таблица 97

Основные приборы автоматической переездной сигиализации

Наименование приборов	Условное обозначение	Тип прибора	Характеристика прибора	Примечание
Исключающие реле	ЧИР, НИР	НР-1	900 *ом*, 4*ф*—4*т*	Осуществляют взаимоисключающие зависимости в схемах
Мигающее реле	МР	МР-1	1 000 *ом*	Осуществляет мигающую сигнализацию переездных сигналов
Мигающие реле	1МР, 2МР	НР-1	900 *ом*, 4*ф*—4*т*	Работают в режиме пульс-пары и осуществляют мигающую сигиализацию переездных сигналов взамен реле МР
Зажигающие реле	1ЗР, 2ЗР	НПР-1	150 *ом*, 4 *фу*, 2*ф*—2*т*	Повторяют работу контактов МР и управляют сигнальными и звуковыми цепями
Путевые реле	1ПР, 2ПР, 3ПР, 4ПР	НР-1	2 *ом*, 4*ф*—4*т*	При питаиии переменным током ДСР
Сигиальные реле	1ЧСР, 2ЧСР	НР-1	900 *ом*, 4*ф*—4*т*	
Выключающее реле	1НСР, 2НСР ВР	НПР-1	150 *ом*, 4*фт*, 2*ф*—2*т*	
Повторители выключающего реле	ПВР, ППВР	НР-1	900 *ом*, 4*ф*—4*т* 400 *ом*, 6*ф*—6*т*	
Управляющее реле	УР	НПР-2	150 *ом*, 2 *фу* 2 *ту*, 2*ф*—2*т*	
Трамвайное сигнальное реле	ТСР	НР-1	1000 *ом*, 6*ф*—6*т*	Производит открытие и закрытие трамвайных сигналов
Аварийные реле	1АР, 2АР	АР-1	—	
Купроксные или селеновые выпрямители	—	ПТВС-2 КТВС-2	110/2,2 *в* 110/13,2 *в*	
Путевой трансформатор	—	ПОБС	—	
Линейный трансформатор	—	ОМ-0,3/6	—	
Аккумуляторы	—	АБН-72	—	

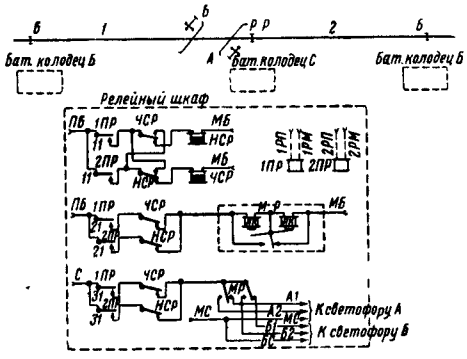
Примечание. Приборы шлагбаума: удерживающий механизм УМ; нагрузочное реле НР

При вступлении поезда на участок *2* путевое реле *2ПР* отпускает свой якорь и устанавливает цепь самоблокировки реле *НСР*, чем исключается работа реле *ЧСР* при нечётном направлении движения. Замедление сиг-



Фиг. 382. Заградительная переездная сигнализация

нального реле *НСР* необходимо для того, чтобы при проходе короткой подвижной единицы с большой скоростью с участка *1* на *2* оно не отпустило своего якоря, а осталось возбуждённым на всё время, пока поезд

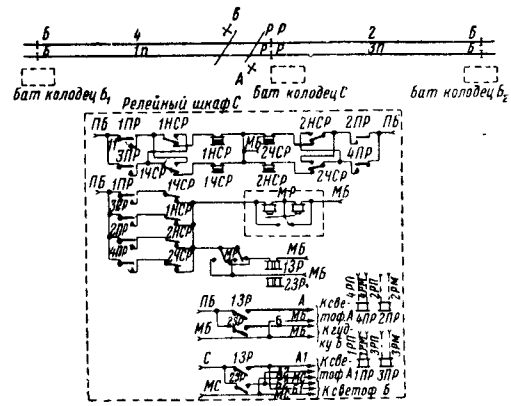


Фиг. 383. Схема автоматической переездной сигнализации на однопутном участке

не освободит участка *2*. С момента освобождения поездом участка *1* прекращается работа сигналов, а после освобождения участка *2* выключается реле *НСР*, и схема приходит в нормальное состояние. При движении поезда в чётном направлении схема работает аналогично. Приведённая схема применима при смешанной системе питания и питании переменным током. В последнем случае путевые реле берутся типа ДСР, а сигнальные и мигающее реле питаются постоянным током через выпрямитель.

Схема на двухпутных участках (фиг. 384) выполняется, как для двух однопутных участков, с двумя группами сигиальных взаимоисключающих реле и одним мигающим реле. На фиг. 384 дополиительно применены реле *13Р* и *23Р* для обеспечения устойчивой работы контактов при индуктивной нагрузке от электромагнитов акустических сигналов.

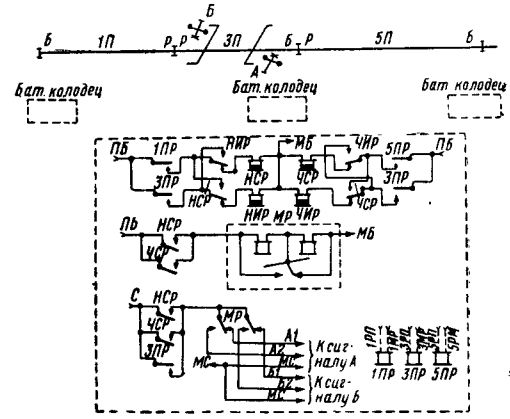
Действие приборов схемы происходит аналогично схеме на фиг. 383. При возвращении



Фиг. 384. Схема автоматической переездной сигнализации на двухпутном участке

толкачей после проследования их через переезд применяется схема с тремя рельсовыми цепями, приведённая иа фиг. 385.

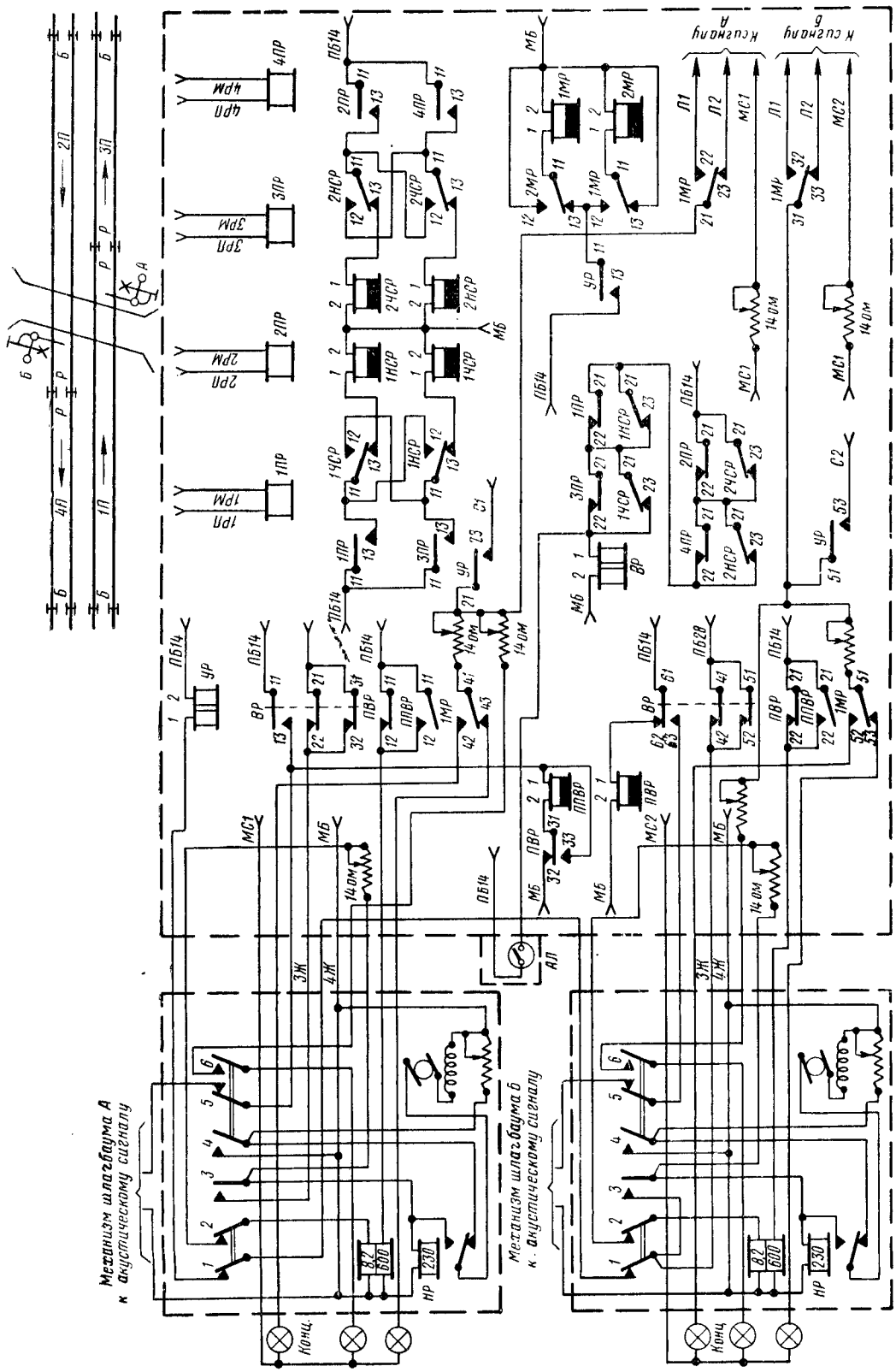
В случае следования поезда в нечётном направлении и вступлении на участок *1П*



Фиг. 385. Схема автоматической переездной сигнализации с возвратом толкачей

возбуждается реле *НСР*, которое включает переездные сигналы *А* и *Б*.

При выходе поезда на участок *3П* происходит самоблокирование реле *НСР* и возбуждение реле *ЧИР*. Последнее размыкает цепь реле *ЧСР* и подготовляет цепь самоблокировки. Переездные сигналы *А* и *Б* продолжают работать. При выходе поезда на участок *5П* реле *ЧИР* остаётся возбуждённым по цепи самоблокировки, реле *НСР* и *МР* выключаются, прекращая работу сигналов *А* и *Б*. После освобождения поездом участка *5П* выключается реле *ЧИР*, и схема приходит в нормальное состояние. В случае возвращения толкача с участка *5П* при обратном выходе его на участок *3П* остаётся возбуждённым



Фиг. 386. Схема автоматической переездной сигнализации с автоматизированным шлагбаумом

реле *ЧИР*, возбуждается реле *НИР*, а на сигналах через тыловой контакт реле *ЗПР* включаются постоянно горящие красные огни. При выходе поезда на участок *1П* реле *ЧИР* выключается, реле *НИР* остаётся на самоблокировке, сигналы *А* и *Б* перестают работать. После освобождения поездом участка *1П* выключается реле *НИР*, и схема приходит в нормальное состояние.

Схема автоматической переездной сигнализации с автоматизированным шлагбаумом на двухпутном участке при смешанной системе питания приведена на фиг. 386.

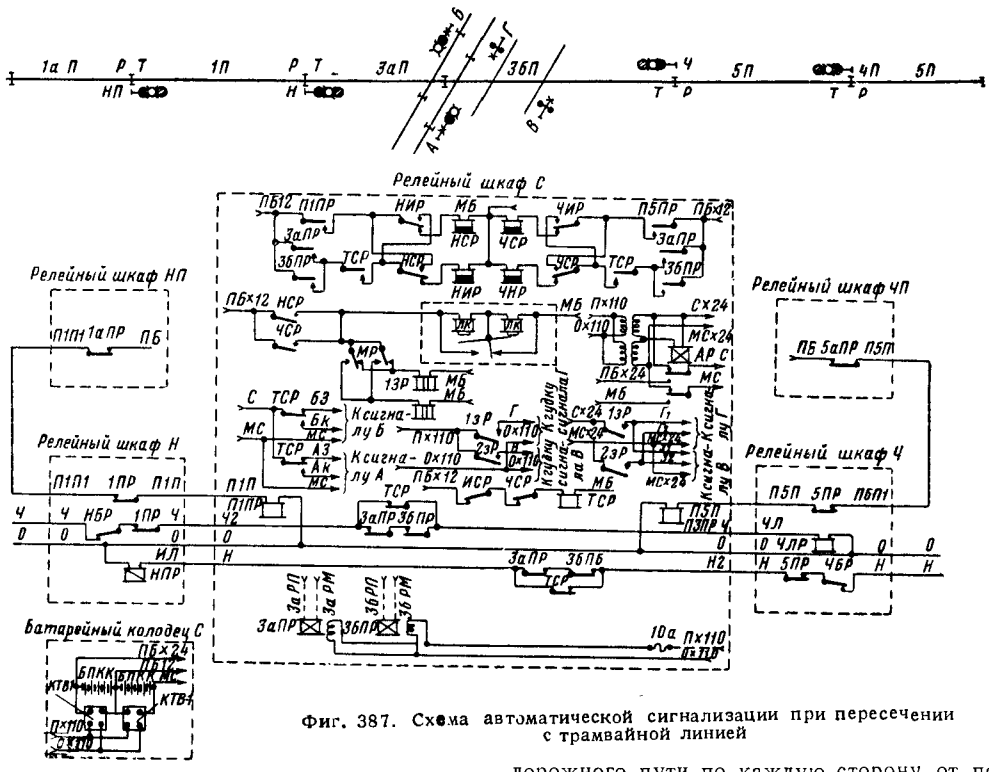
Действие приборов схемы фиг. 386 происходит аналогично схеме, приведённой на фиг. 384, с той лишь разницей, что мигающая сигнализация осуществляется работой пульс-пары *1МР—2МР*. Действие автоматического шлагбаума происходит в следующей последовательности.

Нормально через обмотку 600 *ом* удерживающего механизма *УМ* проходит ток от батареи *ПБ14 в* и брус удерживается в вертикальном положении.

При вступлении поезда на участок *1П* или *2П* и возбуждении реле *1НСР* или *2ЧСР* выключается реле *ВР*, а последнее выключает реле *УР* и *ПВР* и включает акустические сигналы. Реле *УР*, отпустив якорь, включает пульс-пару и цепи питания ламп переездных сигналов. По окончании замедления реле *ПВР* и *ППВР* (2—3 сек.) выключается сцепляющий ток *УМ*, брус освобождается и под действием собственного веса начинает падать из открытого положения в закрытое. При этом электродвигатель работает в режиме генератора. Через тыловой контакт *НР* электродвигатель переключается на нагрузочное сопротивление, чем создаётся тормозной момент падению бруса и устанавливается посредством регулировки величины нагрузочного сопротивления время его опускания в пределах 10—15 сек. При подходе бруса к горизонтальному положению двигатель контактом контроллера замыкается накоротко, чем обеспечивается остановка бруса без толчка. Для избежания резких ударов в крайних положениях заградительного бруса применяются пружинные буферы. По проходе поездом ограждаемого участка возбуждаются реле *ВР* и *НР*. Электродвигатель включается в цепь питания и заградительный брус поднимается в вертикальное положение. При полном поднятии бруса электродвигатель выключается и вместе с этим возбуждается реле *УР* и прекращает работу сигналов.

СИГНАЛИЗАЦИЯ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ В ОДНОМ УРОВНЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ С ТРАМВАЙНОЙ ЛИНИЕЙ

На пересечениях в одном уровне устанавливают сигналы, ограждающие пересечение: 1) со стороны трамвая — на расстоянии не менее 10 *м* от ближайшего рельса железнодорожного пути по каждую сторону от пересечения с правой стороны трамвайной линии; 2) со стороны поездов двумя основными сигналами на расстоянии не менее 50 *м* от пересечения и предупредительными к ним на расстоянии тормозного пути.



Фиг. 387. Схема автоматической сигнализации при пересечении с трамвайной линией

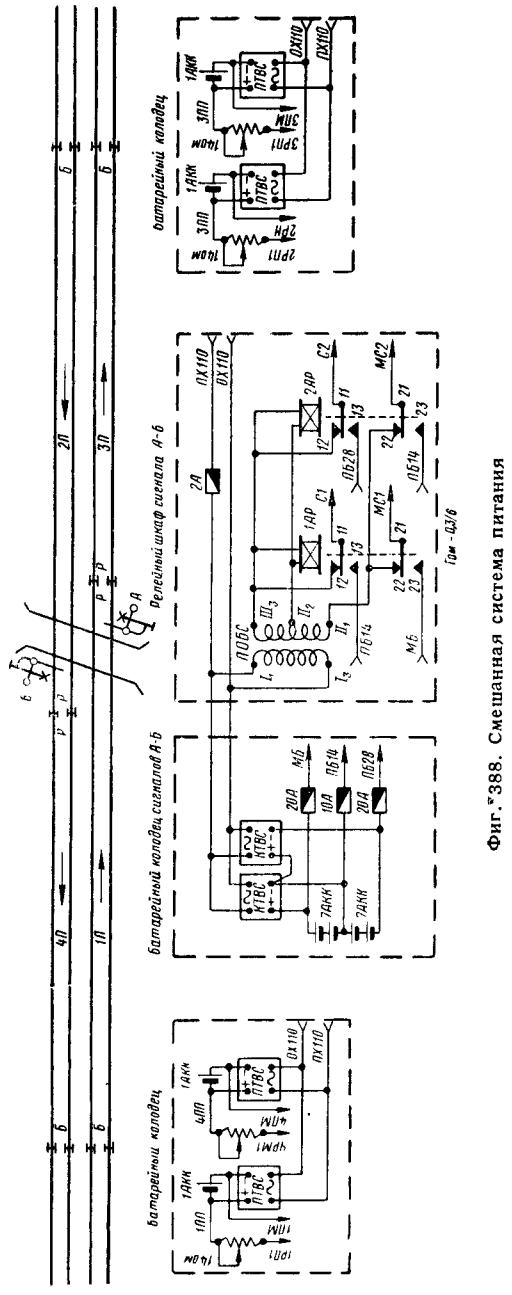
Схема сигнализации при пересечении в одном уровне (фиг. 387) аналогична схеме авто-

матической переездной сигнализации с тремя рельсовыми цепями (фиг. 385). Особенности схемы следующие:

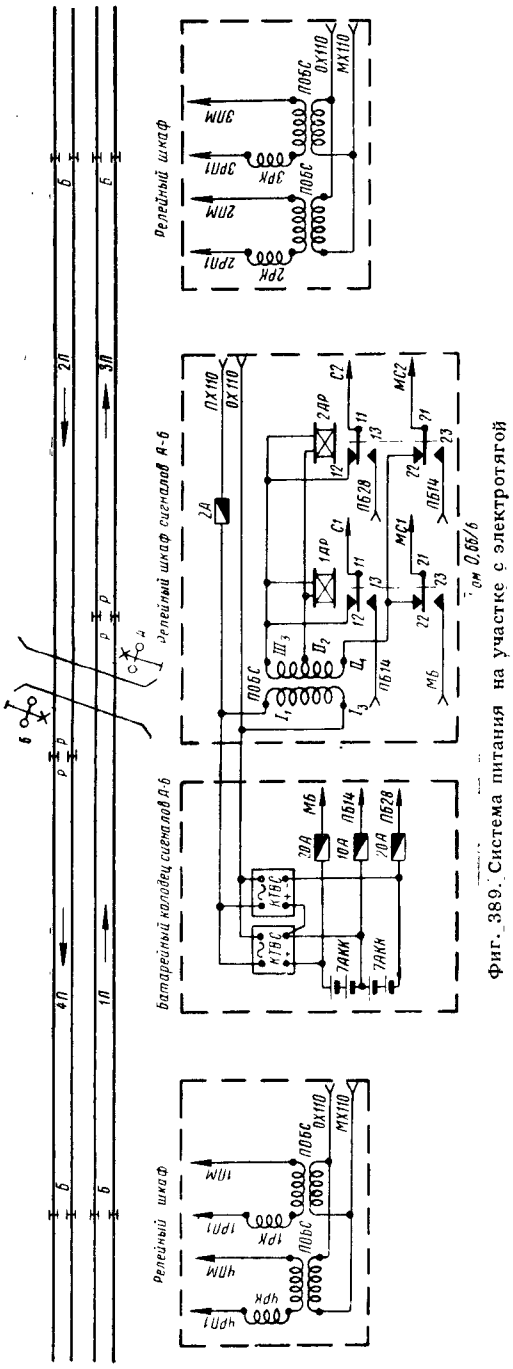
1) путевые реле секций *ЗаП* и *ЗбП* контролируют их занятость как от поезда, так и от трамвая. Включение реле *НИР* и *ЧИР* происходит через контакты путевых реле обеих секций, включённых параллельно;

2) для исключения работы реле *НИР* и *ЧИР* от трамвая применено реле *ТСР*, которое при прохождении трамвая по секциям *ЗаП* и *ЗбП* включает цепи исключающих реле;

3) при отсутствии поезда, приближающегося к переезду, *ТСР* возбуждено и включает зелёные огни на сигналах *А* и *Б* по трамвайным путям. С момента приближения поезда к переезду возбуждается реле *НСР* или *ЧСР* и выключает реле *ТСР*, а последнее включает красные огни на сигналах *А* и *Б*;

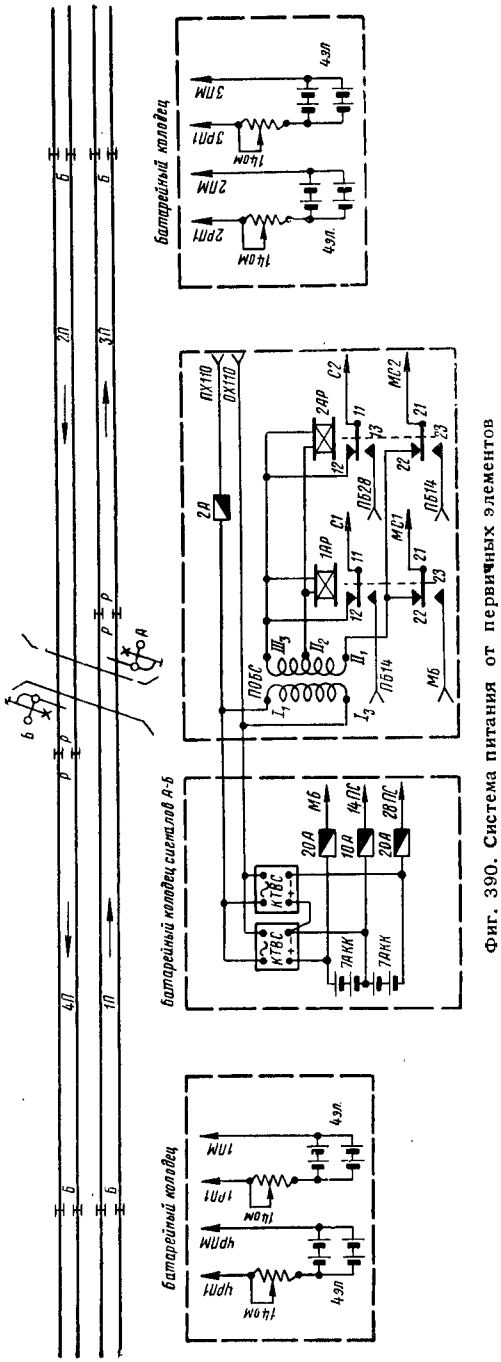


Фиг. 388. Смешанная система питания

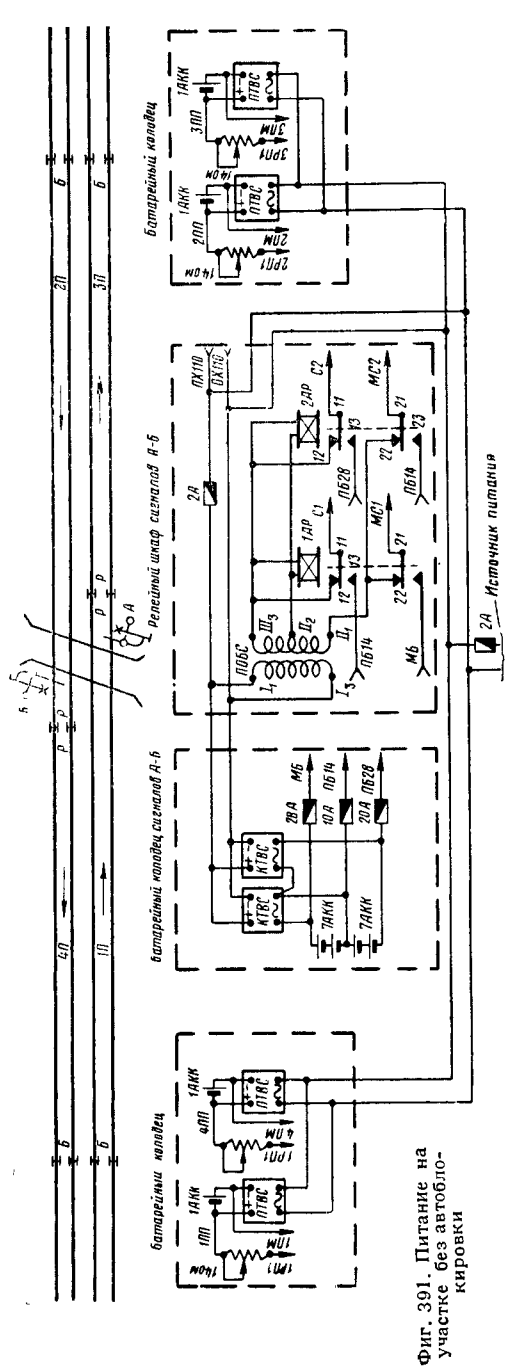


Фиг. 389. Система питания на участке с электротягой

4) при прохожденни трамвая по пересечению и отсутствии поезда, приближающегося к пересеченню, перегонные сигналы *Н* и *Ч* не закрываются благодаря тому, что в линейных проводах автоблокировки контакты реле *ЗаПР* и *ЗбПР* зашунтированы контактами реле *ТСР*. Шунт сннмается при приближении поезда к пересечению, и сигналы закрываются. Машинист прнближающегося к пересечению поезда узнаёт о заиятости пересечения трамваем при подходе к предупредительному сигналу *НП* или *ЧП*, на расстоянии тормозного пути от пересечения.



Фиг. 390. Система питания от первичных элементов



Фиг. 391. Питание на участке без автоблокировки

ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ УСТРОЙСТВ ПЕРЕЕЗДНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Устройства пнтаются по системам, приняты тым для автоблокировки; при этом для переезд-

ных сигналов во всех случаях обеспечивается резервное питание. При автоблокировке на участках с паровой тягой для питания переездной сигнализации с автоматизированным шлагбаумом применяется смешанная система питания (фиг. 388). Питание производится от высоковольтной линии путём установки трансформатора типа ОМ-0,3/6. При автоблокировке на участках с электротягой питание осуществляется по схеме фиг. 389. Рельсовые цепи питаются переменным током от трансформаторов *ПОБС*, все прочие устройства питаются по смешанной системе. На участках без автоблокировки питание переездной сигнализации осуществляется по схемам фиг. 390 и 391. Схемы применяются при возможности получения электроэнергии от любой сети уличного или бытового освещения. Питание рельсовых цепей по схеме фиг. 390 происходит от первичных элементов. Замена элементов производится через 4—6 месяцев в зависимости от густоты движения поездов.

мест нахождения ниш в тоннеле или площадок укрытия на мосту.

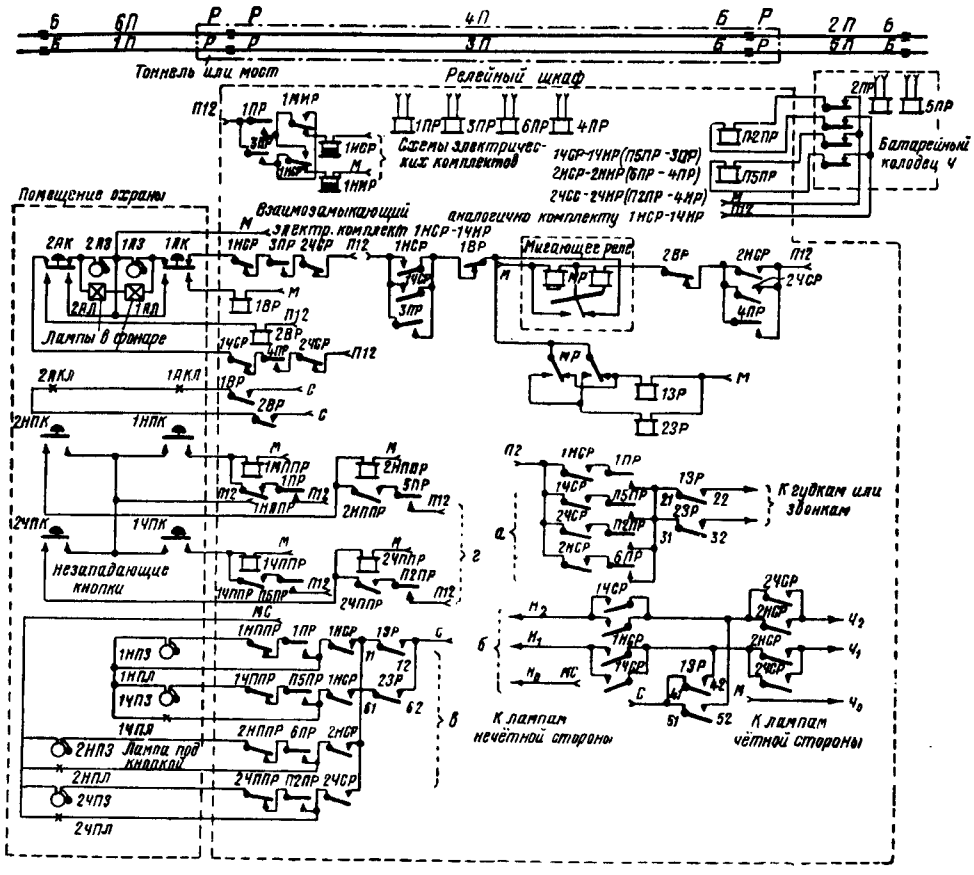
Сигнализация прерывистая и осуществляется:

а) гудками типа ГПС на 12 *в* — 1,2 *а* или 24—48 *в* и 0,7—0,5 *а*, установленными в середине промежутков между нишами через 100 *м* один от другого;

б) сигнальными лампами 5 *вт*, 12 или 24 *в*, располагаемыми над нишами или площадками на 50 *м* друг от друга.

Сигнализация начинает действовать при приближении поезда к тоннелю или мосту на расстояние 1 500 *м* и продолжает работать до освобождения тоннеля или моста, гудок прекращается при вступлении поезда в тоннель или на мост.

Работа схемы тоннельной или мостовой сигнализации (фиг. 392) для двухпутного участка с двусторонним движением аналогична схеме на фиг. 387 с добавлением следующих реле и приборов:



Фиг. 392. Схема тоннельной или мостовой сигнализации

ТОННЕЛЬНАЯ И МОСТОВАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

Эту сигнализацию устраивают для предупреждения работающих в тоннеле или на мосту о приближении поезда и указания

1) зажигающих реле *13Р* и *23Р*, осуществляющих мигающую сигнализацию и прерывистую сигнализацию гудков;

2) повторительных звонков *НПЗ* или *ЧПЗ* и лампочек *НПЛ* и *ЧПЛ*, установленных в помещении охраны, повторяющих работу основных сигналов;

3) кнопок *НПК* или *ЧПК* в помещении охраны и реле *НППР* или *ЧППР* в релейном шкафу, работающих от нажатия кнопок, для выключения повторительных звонков;

4) контрольных аварийных звонков *АЗ* и ламп, помещённых в фонарях *АЛ*, в помещении охраны, для контроля повреждения рельсовой цепи в тоннеле или на мосту, когда на подходах к тоннелю или мосту нет поездов;

5) аварийных кнопок *1АК* и *2АК* в помещении охраны и выключающих реле *1ВР* и *2ВР* в релейном шкафу, работающих от нажатия кнопок, для прекращения действия аварийной сигнализации и выключения всей сигнализации.

ОГРАЖДЕНИЕ РАЗВОДНЫХ МОСТОВ

Установка для ограждения разводных мостов состоит из:

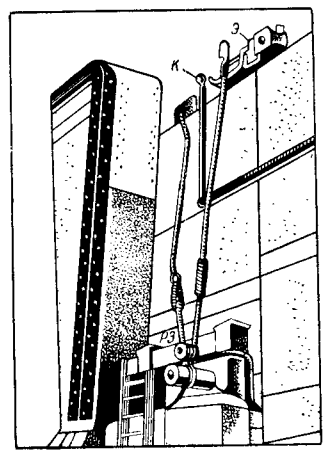
1) светофоров ограждения с предупредительными светофорами для каждого пути, подходящего к мосту;

2) мостовых ригельных замков *РЗ* (фиг. 393) для запирания разводной части моста в нормальном положении и приводимых в действие электроприводами *Э*;

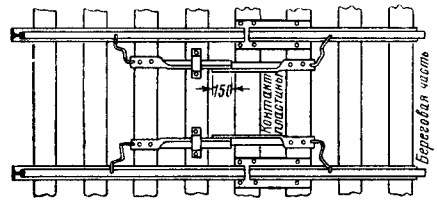
3) контроллеров *К* или аналогичных приборов для проверки правильного положения запирающих ригелей, а также в некоторых случаях для шунтирования береговых рельсовых цепей при разведённом состоянии моста;

4) приводных или врубающих контактов (фиг. 394) для соединения мостовых рельсов с береговыми для создания рельсовой цепи и пропуска тягового тока при электротяге.

Между устройствами ограждающей сигнализации и механизации разводных мостов осуществляется полная взаимоисключающая



Фиг. 393. Мостовые ригельные замки



Фиг. 394. Врубающиеся контакты на мосту

зависимость. Аппаратура сигнализации устанавливается на посту управления разводной частью.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Установка, обеспечивающая централизованное управление стрелками и сигнальным приборами при помощи электроэнергии, называется электрической централизацией стрелок и сигналов (сокращённо ЭЦ).

Устройство электрической централизации состоит из управляющего (или централизационного) аппарата, табло, совмещаемого с аппаратом или устанавливаемого отдельно от последнего, релейного оборудования, устройств питания (аккумуляторов, выпрямителей, зарядно-разрядных щитов и т. п.), напольных устройств — светофоров, стрелочных электроприводов, оборудования рельсовых цепей и подземной кабельной сети для электрической связи приборов централизации и передачи электроэнергии.

По конструкции различают следующие системы электрической централизации стрелок и сигналов:

1) механо-электрическую — основные замыкания стрелок и сигналов осуществляются между управляющими рукоятками аппарата механическим путём — посредством осей, линеек и замычек (ящика механической зависимости аппарата);

2) электрозащёлочную — замыкание между управляющими рукоятками аппарата выполняется электромеханическим путём посредством электрозащёлок;

3) релейно-шаговую — необходимые замыкания между стрелками и сигналами осуществляются при помощи шаговых реле системы ЦНИИ;

4) релейную — замыкания между стрелками и сигналами осуществляются чисто электрическим путём при помощи реле;

5) релейно-кодовую — релейная централизация с кодовым управлением удалёнными стрелками и сигналами.

По способу управления различают следующие системы электрической централизации:

1) с индивидуальным управлением стрелками и сигналами;

2) маршрутные, где при нажатии двух кнопок устанавливаются и запираются

все стрелки маршрута и открывается светофор, ограждающий этот маршрут.

Общие положения централизованного управления. Электрическая централизация применяется с центральными и местными зависимостями. В первом случае основная аппаратура и приборы, посредством которых осуществляются необходимые зависимости и основные источники питания, размещаются в центральном пункте — на посту ДСП. Во втором случае приборы и источники питания размещаются в районах централизованных стрелок и сигналов — в релейных будках, а на посту ДСП устанавливается только пульт централизации.

На станциях, оборудованных ЭЦ, все приёмные пути и централизованные стрелки электрически изолируются.

При централизованном управлении стрелками и сигналами осуществляются зависимости и взаимные замыкания, не позволяющие: открыть сигнал, если соответствующие стрелки не установлены в надлежащем положении; перевести стрелку, если ограждающий её сигнал открыт; одновременно установить враждебные маршруты; перевести стрелки при занятом стрелочном участке; принять поезд на занятый путь.

Открытие выходного светофора на перегон, оборудованный полуавтоматической блокировкой, на двухпутном участке возможно лишь при отблокированном блоке путевого отправления, а на однопутном — и при отблокированном блоке получения согласия.

После открытия соответствующего светофора маршрут (приёма или отправления) автоматически замыкается.

В последних установках ЭЦ применяются предварительное и полное замыкания маршрута.

Предварительное замыкание отличается от полного замыкания маршрута тем, что при свободном участке приближения (иногда называемого предмаршрутным) имеется возможность разделки маршрута сразу после закрытия светофора.

Участок приближения при автоблокировке начинается за один блок-участок от входного светофора, а при полуавтоматической блокировке — за 100 *м* перед предупредительным светофором.

В секционированном маршруте все секции должны запираться одновременно; при наличии же маршрутных светофоров каждая секция запирается при проходе составом предыдущего светофора.

В случае составления поездного маршрута из нескольких маневровых маршрутов маневровые светофоры должны автоматически закрываться при открытии светофора, ограждающего поездной маршрут.

Разделка использованного поездом маршрута или его секции возможна после освобождения всем поездом последней стрелки этого маршрута или секции.

Для искусственного размыкания маршрутов применяют вспомогательные кнопки и реле с выдержкой времени (по одиому комплекту на группу враждебных маршрутов).

Для маршрутов отправления без противошёрстных стрелок и для маневровых маршрутов выдержка времени необязательна.

В маневровых светофорах белый огонь может быть включён таким образом, чтобы перекрытие его на запрещающий производилось с поста рукояткой, а не автоматически.

Система питания устройств электрической централизации:

1) система двух аккумуляторных батарей; ёмкость каждой из них должна быть достаточна для питания рабочих цепей электрических приводов в течение одних суток, а контрольных и прочих цепей дополнительно ещё в течение суток;

2) система одной рабочей и одной контрольной аккумуляторных батарей, ёмкость которых должна быть достаточна для работы в течение суток.

Для зарядки батарей служат ртутные, купроксные или селеновые выпрямители, включённые по схеме «заряд—разряд» или буферного питания.

Централизованные стрелочные переводы. Стрелки, включённые в электрическую централизацию, должны быть обеспечены хорошим отводом воды. С этой целью их укладывают на щебне или дроблёном гравии 1 сорта (толщиной под подошвой стрелочных брусьев 25 ÷ 30 *см*) с песчаной подушкой в 20 *см* и устраивают лотки для стока воды.

Прилегание остряков к рамному рельсу должно быть плотным; отход острия рабочего остряка от рамного рельса на 4 *мм* и более не допускается.

Шаг пера для централизованных стрелок должен равняться: у нормальных стрелок типов I-а, II-а и III-а 152 *мм*, а у перекрёстных — 140 *мм*.

Шаг пера измеряется против первой тяги между боковой рабочей гранью рамного рельса и нерабочей гранью остряка.

Для нормальной работы централизованных стрелочных переводов необходимо, чтобы:

а) общее состояние стрелочных переводов соответствовало требованиям ПТЭ;

б) соединение стрелочных тяг с остряками было надёжно; болты и закрутки на них, гайки и шплинты были исправны;

в) остряки стрелки не пружинили, не имели перекосов, плотно лежали на всех подушках стрелки и при своём перемещении не задирали бы их; зазор между остряком и подушкой допускается не более 1 *мм* при условии, что в нагруженном состоянии понижение остряка вне пределов его вертикальной остружки против рамного рельса будет менее 2 *мм*;

г) стрелка не имела явлений уширения или сужения колеи и сверх установленных допусков угонов рамных рельсов и остряков;

д) зазор между корнем остряка и путевым рельсом был не менее 5 *мм* (на стрелках типа III-а болты в корне остряка должны быть ослаблены до уничтожения пружинности стрелки);

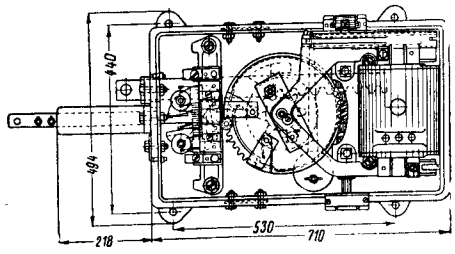
е) была плотная подбивка переводных брусьев; на стрелочных переводах не допускалось скопления воды, особенно в шпальных ящиках с рабочими и контрольными тягами.

СТРЕЛОЧНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ТИПА 3900

Устройство электропривода

Стрелочный электропривод 3900 соединяется со стрелкой посредством наружного шарнирного замыкателя.

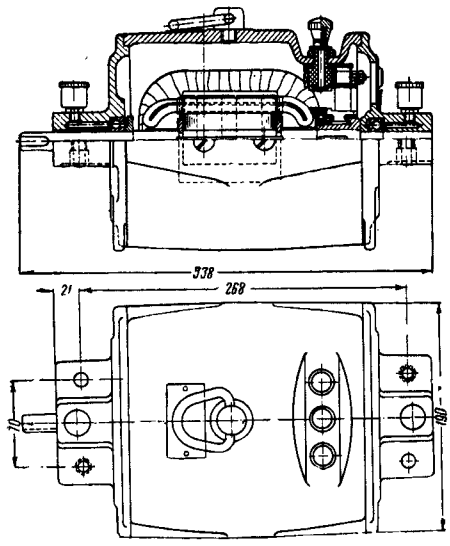
Стрелочный электропривод 3900 (фиг. 395) состоит из электродвигателя, механической передачи и автопереключателя с контактной



Фиг. 395. Стрелочный электропривод 3900

системой помещённых в чугунном корпусе, закрытом стальным кожухом с войлочной или брезентовой прокладкой.

Электродвигатель 3901 (фиг. 396) постоянного тока, сериесный (обмотки возбуждения и якори соединены последовательно), двухполюсный, закрытого типа с естественным охлаждением, реверсивный. Реверсив-

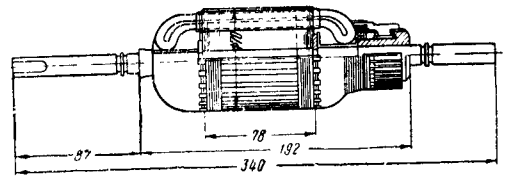


Фиг. 396. Электродвигатель 3901

ность (вращение в обе стороны) достигается применением двух обмоток возбуждения, создающих во время пропускания по ним тока магнитные поля различного направления. Электродвигатель 3901 мощностью 0,25 *квт*, при напряжении на обмотках двигателя 100—110 *в* и нагрузке на рабочей тяге 75 *кг* развивает 1 800 об/мин. ± 10% и переводит стрелку в течение 2—2,5 сек., потребляя ток 4 *а*, к. п. д. — не менее 50%

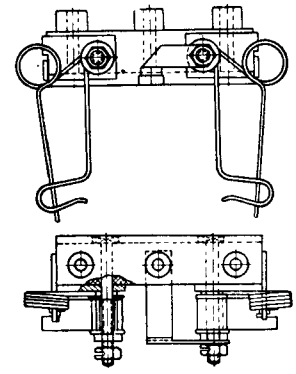
Электродвигатель состоит из чугунного корпуса с двумя крышками, двух электромагнитов возбуждения, якоря с коллектором, укреплённого на валу, вращающемся в шариковых подшипниках, двух щёткодержателей, трёх клемм для присоединения наружных проводов и двух маслёнок.

Якорь (фиг. 397) состоит из 120 промежуточных пластин, 32 пластин под бандаж



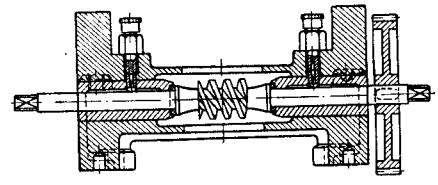
Фиг. 397. Якорь электродвигателя

и 2 крайних пластин, стянутых шайбами; в 24 канавки якоря уложена петлевая обмотка из проволоки марки ПЭБО диаметром 0,64/0,82 и сопротивлением 2,4 ÷ 3,0 *ом*. Коллектор имеет 24 пластины со слюдяными прокладками, надетыми на втулку и стянутыми кольцом и гайкой. Электромагниты возбуждения, укреплённые в корпусе, состоят из сердечников, собранных из 148 промежуточных и 2 боковых пластин и надетых на них катушек с обмоткой из проволоки марки ПБД диаметром 1/1,25 *мм* каждая, сопротивлением 3,4÷4,2 *ом* с выводами из проволоки ПРГ сечением 1,5 *мм*². Два латунных щёткодержателя (фиг. 398) при помощи двух винтов и гаек укреплены на бакелитовой основе, которая снабжается тремя винтами и зажимами для присоединения наружных проводов.



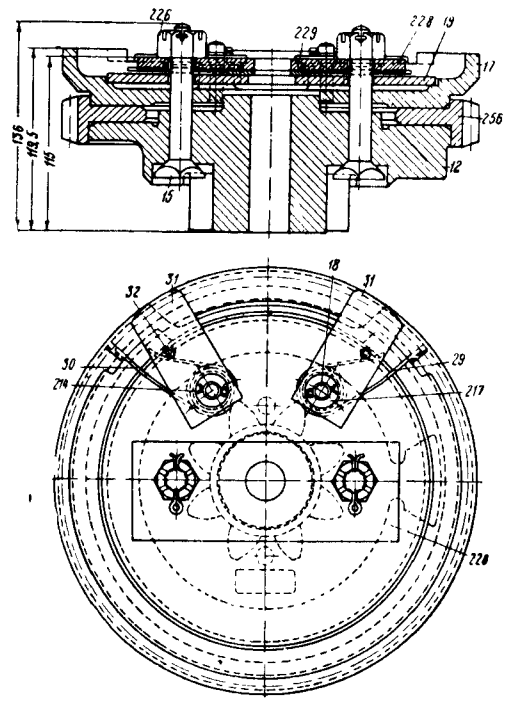
Фиг. 398. Щёткодержатели

В механическую передачу входят: чугунная шестерня диаметром 102 *мм* с 34 зубцами, укреплённая на валу якоря; чугунное зубчатое колесо диаметром 162 *мм* с 54 зубцами, насаженное на оси червяка, стальной червяк (фиг. 399) диаметром 36 *мм* с двумя нитками, имеющий угол подъёма 16°, вращающийся в чугунных



Фиг. 399. Червяк

втулках с фибровыми уплотняющими шайбами, закреплённых в станине ниппелями и имеющих продольные каналы, через которые из маслёнок смазка подаётся к оси червяка (ось червяка имеет квадратные концы для надевания съёмной рукоятки при переходе на ручное управление); чугунный зубчатый обод *256* (фиг.400) диаметром 270,5 *мм*

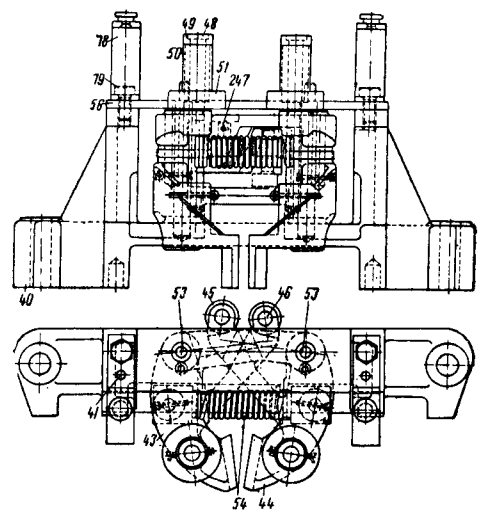


Фиг. 400. Фрикционный механизм

с 52 зубцами, фрикционно соединённый с нижним диском; чугунный нижний фрикционный диск *12* (фиг 400), отлитый вместе с зубчаткой с 8 зубьями и составляющий одно целое с последией; зубчатка сцеплеиа со стальной рейкой; стальная рабочая рейка (шибер) с 9 зубцами длиной 640 *мм*, помещающаяся в направляющей раме, которая болтами крепится к корпусу привода.

Фрикционный механизм (фиг.400) состоит из насаженных на вертикальную ось при помощи латуиной втулки нижнего фрикционного диска *12*, зубчатого обода *256*, верхнего фрикционного (коммутационного) диска *17*, стального нажимиого диска *19* и стальной нажимиой планки *228*, стянутых двумя болтами *15* и гайками *226*. Планка *228* с приваренной к ией второй планкой *229* и диск *19* обеспечивают плавность сжатия фрикциониыми дисками *12* и *17* зубчатого обода *256*. На коммутационном диске *17* на штифтах *18* (с шайбами *217* и шплинтами *214*) укреплены две планки *31*, находящиеся под нажимом пружин *29* и *30*, упирающиеся в штифты *32* и предназначенные для мгновенного переключения контактов автопереключателя.

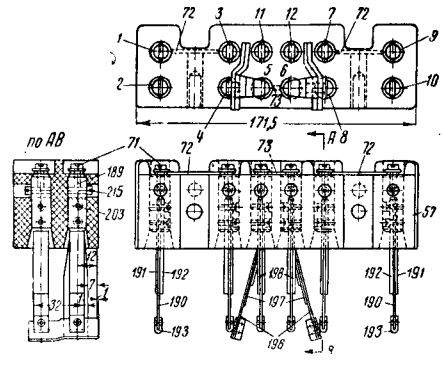
Автопереключатель (фиг. 401), укреплённый на стойке *40*, состоит из двух вращающихся на осях *53* чугунных контрольных кулачков (замыкателей) *43* и *44* со стальными осями *48*, на которые надеты фибровые втулки *49*, а на них медные гильзы *50*; под ними находятся фибровые шайбы *51*, отводящие земляные коитактные пружины *5* и *6* (фиг. 402). На вторых концах кулачков *43* и *44* при помощи осей *46* со шплиитами *247* укреплены стальные ролики *45*, скользящие по краю коммутационного диска *17* (фиг. 400). Кулачки стянуты между собой пружиной *54* (фиг. 401) с внешним диаметром 19,5÷÷ 20 *мм*, состоящей из 18 витков стальной проволоки диаметром 3 *мм*.



Фиг. 401. Автопереключатель

Верхние коицы осей *53* поддерживаются подставкой *56*, прикреплёииой к стойке *40* болтами *79* и штифтами *41*; сверху укреплены кронштейны *78*.

На бакелитовом контактодержателе *57* (фиг. 402) 10 стальных контактных пружин *190*



Фиг. 402. Контактная система автопереключателя

и *196* с приклёпанными к ним латунными иаконечниками *193* и стальными упориыми пружинами *191*, *192* и *197*, *198* прикреплеиы к зажимам *189* при помощи винтов *203*; за-

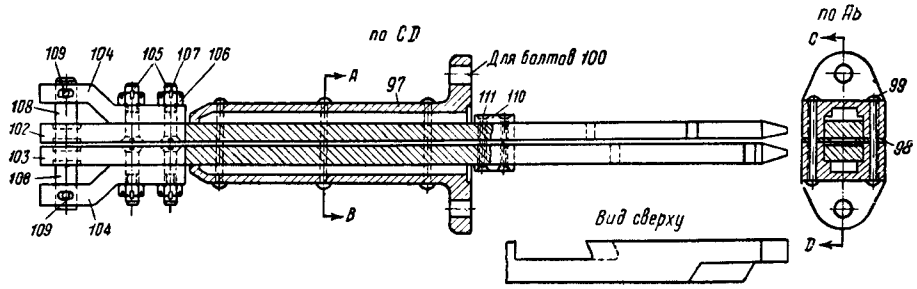
жимы укреплены на держателе винтами *215*; винты *71* служат для закрепления проводов; между зажимами *1—3*, *7—9* и *5—6* имеются проволочные перемычки *72* и *73*. Контактные пружины при нагрузке 500 *г* должны изгибаться на 0,8 ÷ 3,3 *мм* (стрела прогиба).

Контрольные линейки *102* и *103* (фиг. 403) изготовляются со скобами *104*, осями *108*, болтами, гайками и шплинтами *105 — 106 — 107 — 109*, упорными планками *110* с винтами *111*, расположенными между направляющими этих линеек *97* и латунной прокладкой *98* с заклёпками *99*. Окончательная припиловка вырезов в линейках делается при установке на месте.

Электрическая изоляция: сопротивление изоляции обмоток двигателя должно быть не менее 0,5 *мгом*; сопротивление изоляции в любой части привода—не менее 2 *мгом*; электрическая прочность изоляции — не менее 1 000 *в*.

Стрелочная гарнитура и шарнирные замыкатели

Стрелочные приводы 3900 с шарнирными замыкателями устанавливаются на стрелках типов I-а и II-а на гарнитуре 7491 (фиг. 404); на стрелках типа III-а—на гарнитуре 7492; на перекрёстных съездах—на гарнитуре 7493 (фиг. 405).



Фиг. 403. Контрольные линейки

Ниже приводятся основные технические нормы электропривода.

Электродвигатель: при напряжении на зажимах двигателя 100—110 *в* и нагрузке на шибере около 100 *кг* сила тока при нормальной работе не должна превышать 4,5 *а*, при работе на фрикцию — 7÷8 *а*.

Механическая передача: зазор между шестернями первого каскада должен быть не более 0,7 *мм*, продольный люфт червячного вала не более 0,5 *мм*, рабочий ход шибера 220 *мм* с допусками —3 *мм*, +4 *мм*, мёртвый ход не более 4 *мм*, поперечная игра в направляющих не более 0,5 *мм*.

Фрикционная муфта: регулировка фрикционного сцепления возможна на усилие 150—250 *кг*.

Автопереключатель: спиральная пружина от груза 21 *кг* должна удлиняться на 22 ± 4,5 *мм*; при вращении коммутационного диска колебание контактной гильзы не должно быть более 0,5 *мм*, гильзы должны отводить контактные пружины в сторону на 3 — 6 *мм* и касаться обеих пружин одновременно; выдержка контактных пружин в нормальных условиях работы не менее 100 000 перегибов.

Контактное давление на пружинах должно быть в пределах 300—500 *г*

Контрольные линейки: рабочий ход должен быть 152 *мм* с допусками —2 *мм*, +3 *мм*, поперечная игра в направляющих — не более 0,5 *мм*.

Зазор между кулачком автопереключателя и вырезом контрольной линейки прижатого остряка сохраняется в пределах 1,5 ÷ 2,5 *мм*, а между кулачком и вырезом линейки отжатого остряка — в пределах 16 ÷ 22 *мм*.

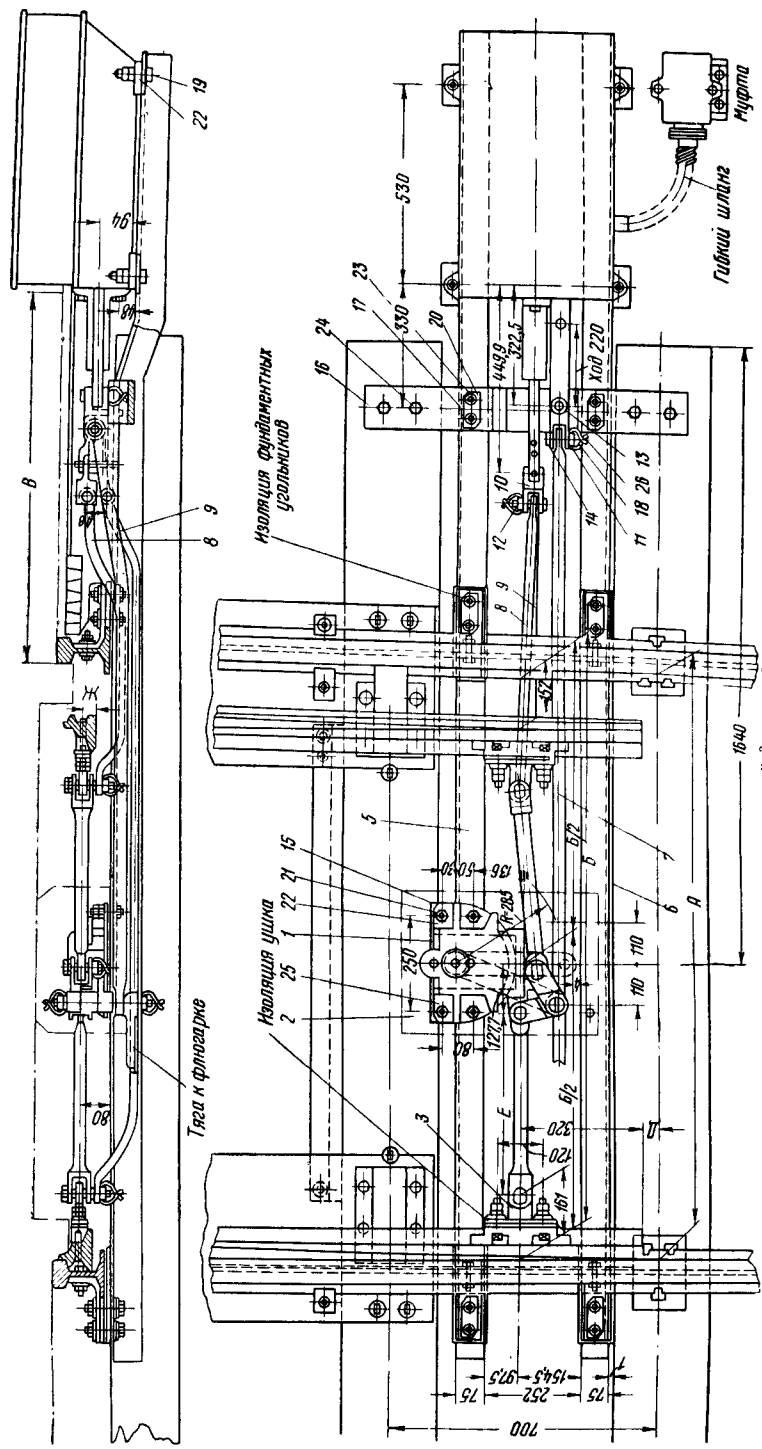
Кулачок должен западать в вырез линеек на глубину 4 ÷ 6 *мм*.

Спецификация важнейших деталей гарнитур (фиг. 404 и 405) приведена в табл. 98.

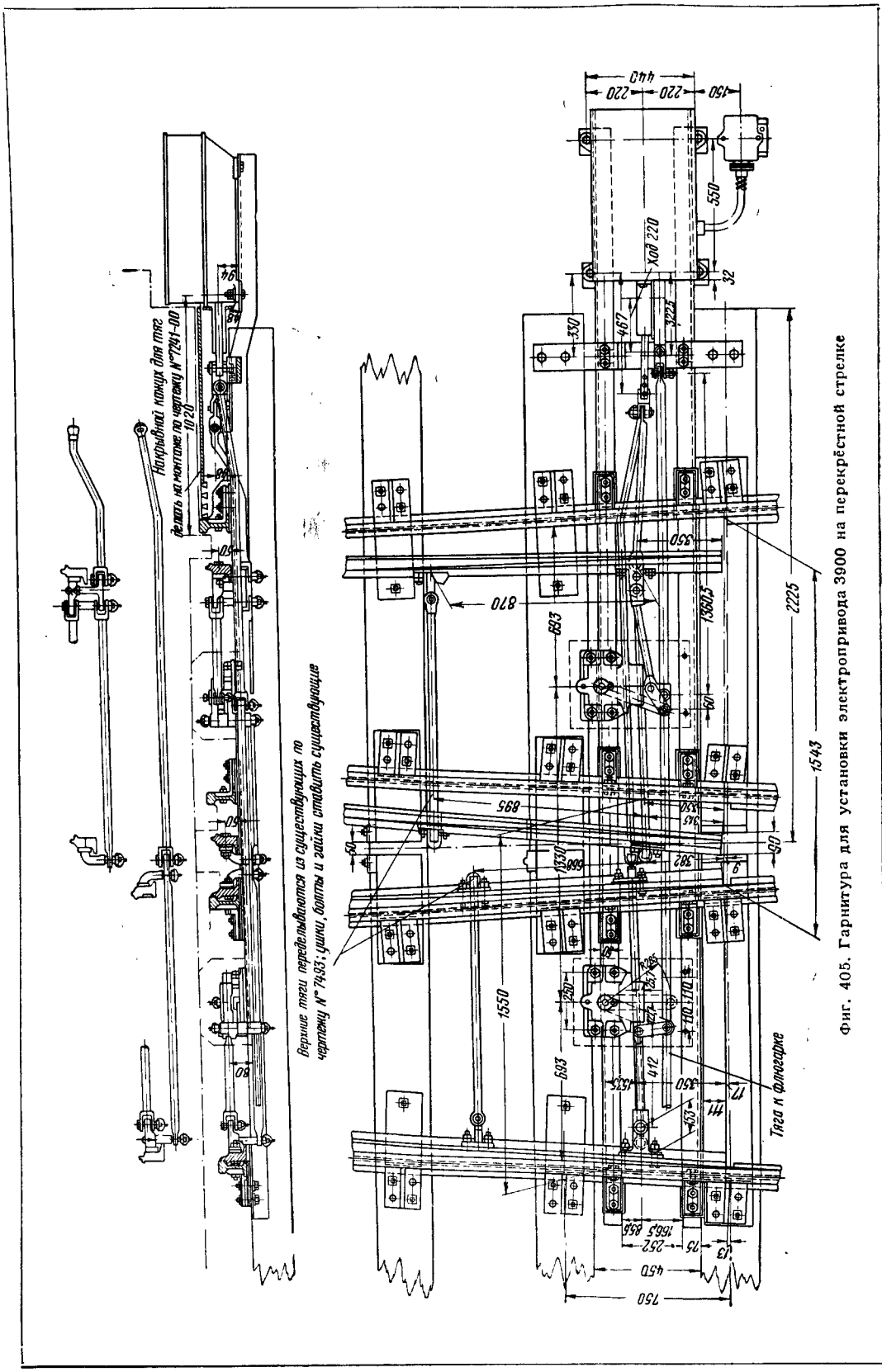
Таблица 98

Стрелочная гарнитура электропривода типа 3900

Наименование детали	Гарнитура 7491 и 7492		Гарнитура 7493	
	деталь	количество	деталь	количество
Замыкатель шарнирный	1 (7428)	1	1 (7429)	2
Кожух к замыкателю	2	1	2	2
Ушки изолированные	3	2	3 и 4	2
Изоляция фундаментных угольников	4	4	6	8
Фундаментный угольник:				
правый	5	1	16	1
левый	6	1	17	1
Тяга рабочая диаметром 34 *мм*	7	1	18	1
Контрольная короткая диаметром 22 *мм*	8	1	20	1
Контрольная длинная диаметром 22 *мм*	9	1	21	1
Шарниры	10	2	7	2
»	11	1	8	1
Пальцы шарнира диаметром 33 *мм*	12	3	9	2
Пальцы шарнира диаметром 36 *мм*	13	1	10	1
Пальцы шарнира диаметром 33 *мм*	14	1	11	1
Угольник для крепления замыкателя	15	1	12	2
Скоба	16	1	13	1
Шайбы стопорные	17	2	14	2
Гайки ¾″	18	4	15	12
Болты чёрные шестигранные с гайками	19—22	4	27—30	4
То же ⅝″×50 *мм*	20—23	4	28—31	4
» ¾″×55 *мм*	21—22	4	29—30	8
Глухари 20×120 *мм*	24	4	32	4
Пальцы изолированные	—	—	5	4
Тяга соединительная диаметром 34 *мм*	—	—	19	1



Фиг. 404. Гарнитура для установки электропривода 3900 на стрелках типов 1-а и 11-а



Фиг. 405. Гарнитура для установки электропривода 3900 на перекрёстной стрелке

Электроприводы 3900 соединяются с остряками стрелки посредством шарнирных замыкателей.

Схема работы замыкателя приведена на фиг. 406, где показаны следующие положения: *I* — крайнее положение стрелки; *II* — соответствующее моменту, когда отведённый (правый) остряк начинает двигаться; *III* — моменту, когда прижатый (левый) остряк отомкнулся; *IV* — когда последний начинает двигаться; *V* — моменту, когда правый остряк доходит до рамиого рельса, останавливается и начинает замыкаться; *VI* — моменту, когда правый остряк окончательно замкнулся, а левый остановился.

У замыкателя 7428 освобождение запертого остряка стрелки должно заканчиваться при ходе переводной тяги 54,5 ± ± 2 *мм*; замыкание штанги, прижимаемой к рамиому рельсу, начинается при ходе переводиой тяги 56 ± 2 *мм*.

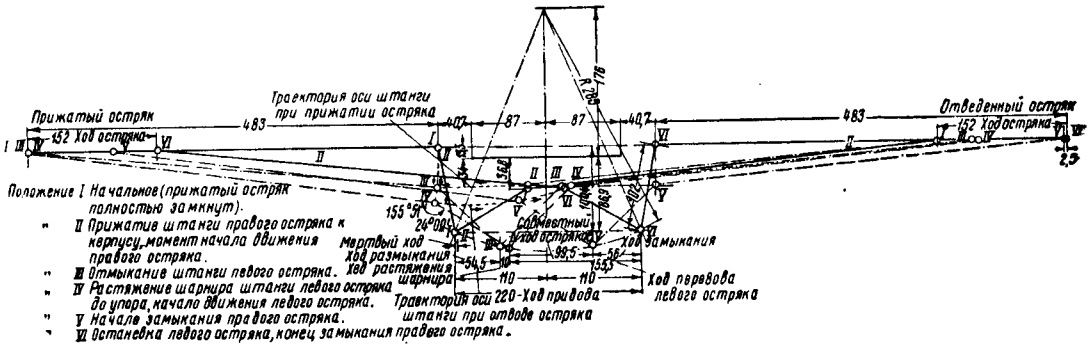
У замыкателя 7429 ход размыкаиия 67 ± 2 *мм*, ход замыкания 71 ± 2 *мм*.

Овальиая поверхность запорного конца штанги отведёиного остряка должиа отстоять от торцевой плоскости корпуса не более чем на 2,8 *мм*.

Таблица 99

Шарнирные замыкатели

Наименование детали	Замыкатели 7428 деталь	7428 количество	7429 деталь	7429 количество
Конус	1	1	1	1
Штанги	2	2	2	1
Кулачки	3	2	3	1
Оси штанги и кулачка	4	2	4	1
Рычаг переводной	5	1	5	1
Ось переводного рычага	6	1	6	1
Стопор	7	1	7	1
Ось рычага и кулачков	8	1	8	1
Оси штанги и ушка	9	2	—	1
Втулка наварная длиной 22 *мм*	10	1	11	1
Втулка наварная длиной 27 *мм*	11	1	12	1
Шайба для смазки диаметром 22 *мм*	12	1	13	1
Втулки промежуточные	13	2	9—10	2
Гайка ¾"	14	6	14	3
Болт чёрный шестигранный ⅜" × 20 *мм*	15	1	15	1



Фиг. 406. Схема работы шарнирного замыкателя

Продольную ось штаиги замкнутого остряка следует располагать иа расстоянии: для простых стрелок 13,5 ± 1 *мм*, для перекрестка 25,7 ± 1 *мм*. Игра кулачков вдоль оси и в вертикальиой плоскости допускается не более 0,5 *мм*. Продольиая игра штанги на оси должна быть не более 1 *мм*.

Спецификация важнейших деталей замыкателей приведена в табл. 99.

Установка привода

При установке привода 3900 и шарнирного замыкателя на стрелке должны быть соблюдены установочные размеры, указанные в табл. 100.

При эксплоатации электроприводов типа 3900 с наружным замыкателем необходимо придерживаться следующих указаний.

При закладке между остряком и рамным рельсом шаблона толщиной 4 *мм* и более стрелка не должна замыкаться и давать контроль коица перевода. Шаблон закладывается у места присоединиения рабочей тяги.

При шарнирном замыкателе замыкающая тяга должна заходить за угол корпуса замыкателя не менее чем на 45 *мм*.

Толщина изолирующей прокладки между серёжкой и остряком — не более 4 *мм*. Изолирующая и металлическая прокладки должны иметь круглые отверстия для болтов и быть одних размеров с основанием серёжки. Контактные гильзы при переключении должны отводить контактные пружины в сторону не менее чем на 2 *мм*. Наконечники контактных пружии должны плотно, по всей своей ширине, соприкасаться с контактной гильзой. Контактные пружины недостаточиой упругости или с сильно подгоревшими накоиечиками необходимо заменять.

Зазор между кулачком автопереключателя и вырезом контрольной линейки прижатого пера должеи быть в пределах от 1 до 4 *мм*

Кулачок должен западать в вырез линеек на глубину 4 — 6 *мм* и только при этом могут замыкаться коитакты автопереключателя.

Таблица 100

Установочные размеры привода 3900 в *мм*

Наименование размеров	Тип стрелки				
	I-а и II-а*		III-а		перекрёстный съезд
	марки крестовины				
	1/9	1/11	1/9	1/11	1/9
Расстояние от начала остряка до середины основания ушка (крайние остряки для перекрёстного съезда)	320	320	350	350	350
Расстояние от середины основания ушка до первого фундаментного угольника по направлению к началу остряка	154,5	154,5	154,5	154,5	166,5
То же до второго фундаментного угольника (по направлению к корню остряка)	97,5	97,5	97,5	97,5	85,5
Расстояние от центра отверстия в ушке кожуха привода (ближайшего к рамному рельсу) до внутренней грани головки рамного рельса (ближайшего к приводу)	1 046	1 048	1 046	—	1 046
Зазор между первым фундаментным угольником (ближайшим к началу остряка) и первым брусом	24,5 (22,8)	4,5	0,5	—	0,5
Расстояние от начала остряка до середины первого бруса	59 (57)	39	4	—	17
Ширина шпального ящика (расстояние между первым и вторым брусом)	450	450	—	—	456
Расстояние от подошвы остряка до центра болта, прикрепляющего ушко к остряку	37 (35)	37 (35)	50	—	50
Расстояние от оси колеи у первого бруса до конца этого бруса (со стороны привода)	1 640	1 640	1 640	—	2 225
Ход остряка в месте укрепления ушка	152	152	152	—	140
Расстояние от начала среднего левого (если смотреть против шерсти) остряка стрелки до центра изолированного пальца	—	—	—	—	382
Расстояние от начала среднего правого остряка стрелки до изолированного пальца	—	—	—	—	315
Зазор между передней гранью остряка и вырубкой в подошве рамного рельса	—	—	10	—	30
Зазор между вторым фундаментным угольником (по направлению к корню остряка) и вторым брусом	23,5 (25,5)	43,5	2,5	—	52,5
Зазор между корнем остряка и путевым рельсом	Не менее 5 *мм*				

* В скобках даны размеры, отличные для стрелки типа II-а.

Продольный люфт всех осей привода и червяка должен быть в пределах 0,2 — 1 *мм*. Размеры люфтов в болтах, соединяющих шибер и контрольные линейки с тягами, — не более 0,5 *мм* на болт, а всех остальных болтовых соединений на тягах и штангах — не более 0,5 *мм* на болт. Вертикальный люфт концов кулачков шарнирного замыкателя (качание на оси) и вертикальный люфт конца переводного рычага шарнирного замыкателя (качание на оси) должны быть не больше 1,0 *мм*. Вертикальный люфт контрольных линеек, измеренный по отклонению конца линейки при выдвинутом её положении, должен быть не больше 2,0 *мм* и для шиберов 1,0 *мм*. Поперечный люфт контрольных линеек и шиберов, измеренный указанным выше способом, должен быть не больше 1,0 *мм*. Вертикальный люфт всех гаек на замыкателе должен быть не более 0,5 *мм*.

Сила тока при нормальной работе привода должна быть не более 4,5 *а*, при работе привода на фрикцию — не более 7 — 8 *а*, при этом мотор всё время вращается.

Необходимо смазывать: червяк, все подшипники, шибер, контрольные линейки и гайки привода. Все остальные, неокрашенные части привода (и замыкателя) во избежание ржавления слегка смазываются; летом привод смазывают солидолом, зимой — трансформаторным и машинным маслом или солидолом, сваренным с керосином.

При переводе стрелки ход зубчатой передачи должен быть плавным, без каких-либо биений и стука.

СТРЕЛОЧНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ТИПА СПВ

Устройство электропривода

Стрелочный электропривод типа СПВ с внутренним замыканием применяется с электродвигателем на 30 и 100 *в*.

Электропривод СПВ был выпущен впервые в 1935 г. под маркой СПВ-1, затем с 1937 г., после модернизации, стал изготовляться под маркой СПВ-2, а с 1946 г. под маркой СПВ-3, отличаясь от первых выпусков усилением отдельных деталей и заменой срезного сцепления (со шпилькой) взрезным (с пружиной).

Стрелочный электропривод СПВ-3 (фиг.407) состоит из электродвигателя постоянного или переменного тока, механической передачи, фрикционной муфты, взрезного сцепления и автопереключателя с контрольными линейка-

ми, помещёнными в чугунном корпусе, закрытом стальным кожухом.

На фиг. 407 указаны заводские номера узлов и деталей привода и габаритные размеры последнего.

Электродвигатель постоянного тока типа МСП-0,1 (фиг. 408) применяется на 30 и 100 *в*, номинальной мощностью 0,1 *квт*, сериесный, реверсивный, двухполюсный, закрытого типа — с естественным охлаждением. Якорь и коллектор укреплены на валу, смонтированном на двух подшипниках качения. Вал имеет два свободных конца: один для шестерни привода, другой квадратного сечения для рукоятки перевода привода вручную. Щётки графитовые марки 1-1.

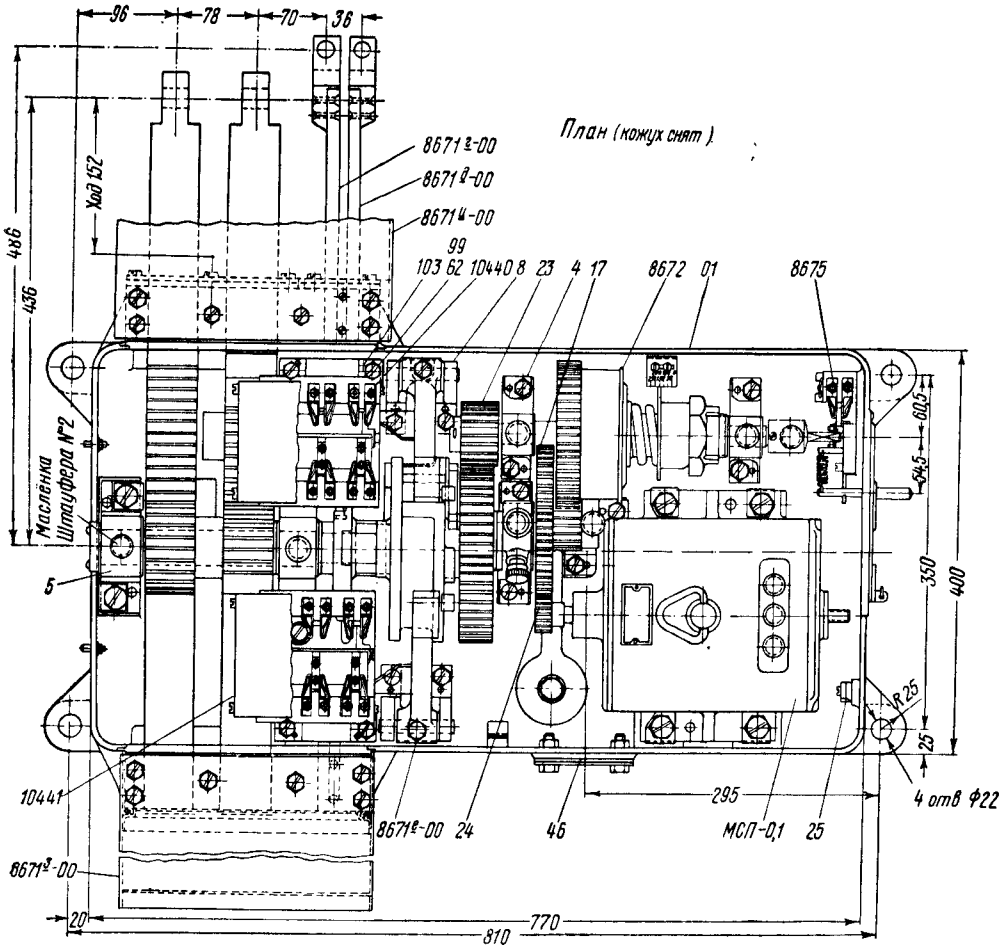
Корпус и подшипниковые щиты двигателя чугунные.

На корпусе двигателя расположены три клеммы для присоединения наружных проводов, из которых две крайние применяются для реверсирования двигателя.

Вес электродвигателя 22 *кг*.

Электротехническая характеристика электродвигателя на 30 *в*: номинальная сила тока 8 *а*, число оборотов 1 600 в мин.; электродвигателя на 100 *в*: сила тока 3,5 *а*, число оборотов 1 900 в мин.

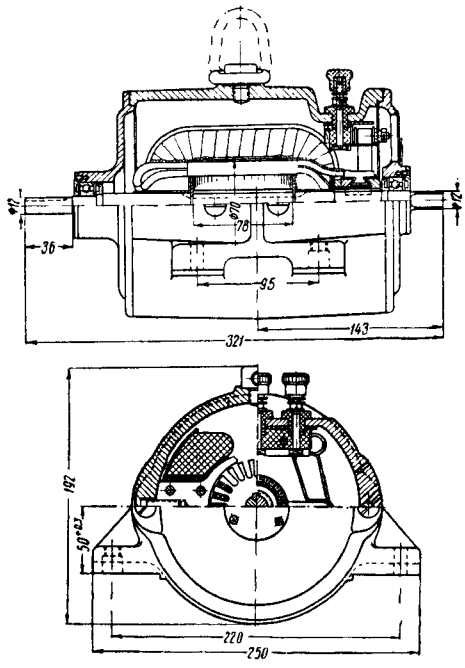
Электродвигатель переменного тока типа МСТ-0,25 мощностью 0,25 *квт*, асинхронный, четырёхполюсный, с короткозамкнутым ротором, закрытого типа, сопротивление обмотки 11,4 *ом*, на 127/220 *в* имеет следующие электрические характеристики: пусковой ток 3,3 *а*, установившийся ток 1,4 *а*, при включении треугольника (127 *в*) и нагрузке на ши-



Фиг. 407. Стрелочный электропривод типа СПВ-3

Механическая передача (фиг. 409) состоит из моторной шестерни *24* с 16 зубьями, укреплённой шпонкой на конце моторного вала, зубчатого колеса *17* с 75 зубьями (первый каскад шестерёночной передачи) и шестерни *22* с 15 зубьями, укреплённой общей шпонкой на оси, вращающейся в шарикоподшипниках, и зубчатой коробки фрикционной муфты *8672* с 46 зубьями, свободно насаженной на вал (второй каскад передачи); шестерни *23* с 14 зубьями, укреп-

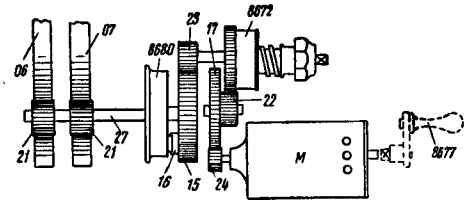
лённой шпонкой на том же валу, и отпирающего зубчатого колеса *15* с 43 зубьями, свободно насаженного на главный вал *27* (третий каскад); взрезного сцепления *8680*; двух шиберных шестерён *21*, каждая с 73 зубья-



Фиг. 408. Электродвигатель типа МСП-0,1

ми и замыкающим выступом, насаженных на главный вал при помощи шпонок и двух шиберов *06* и *07*, каждый с шестью полными зубьями и одним скошенным (замыкающим) зубом, запираемым шестернёй.

Замыкающие зубья шиберных шестерён цементируются иа глубину 0,8÷1,2 *мм* и после закалки шлифуются шкуркой.



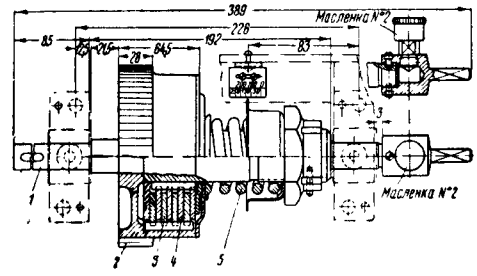
Фиг. 409. Схема механической передачи привода СПВ-3

Все шестерни — стальные, зубчатые колёса — чугунные.

Развод между осями шестерён и колёсами должен обеспечивать между зубьями следующие зазоры: первого каскада 0,12÷÷0,25 *мм*, второго каскада 0,15÷0,30 *мм* и третьего каскада 0,2÷0,4 *мм*. Торцевое биение зубчатых колёс допускается не более 0,4 *мм*. Продольные люфты для всех валов находятся в пределах 0,2÷0,6 *мм*.

Люфт между зубьями шибера и шестерйёй допускается не более 1 *мм*. Шиберы должны иметь ход 152 *мм* с допусками —2 + 4 *мм*, поперечный люфт в направляющих — не более 0,5 *мм*, вертикальный люфт — не более 1 *мм*.

Фрикционная муфта *8672* (фиг. 410) состоит из коробки *2*, в которую вложены четыре неподвижных диска *3* из чугуна и четыре подвиж-



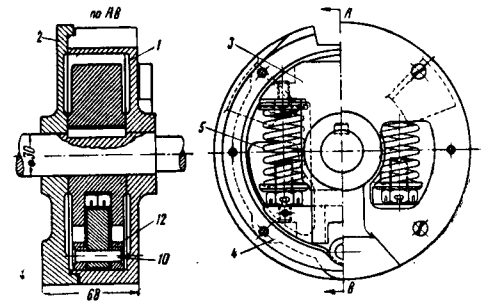
Фиг. 410. Фрикционная муфта *8672*

ных диска *4* из стали; диски *3* соединены с коробкой муфты, а диски *4* соединены с валом *1* при помощи шпонок и сжимаются пружиной *5* из пяти витков (число рабочих внтков—3,5) общей длиной 76,5 *мм*, диаметром 43/61, из проволоки диаметром 9 *мм*; коэфициент жёсткости пружины 12,45 *кг/мм*. Пружина от груза 30 *кг* должна сжиматься на 7 *мм* ± 1 *мм*.

Фрикционное сцепление регулируется в пределах 100÷250 *кг*.

Продольный люфт корпуса должен быть ие более 1,5 *мм*.

Взрезное сцепление *8680* (фиг. 411) состоит: из коробки *1*, крышкн *2*,



Фиг. 411. Взрезное сцепление *8680*

основания пружины *3*, укреплённого на главном валу, ползуна *4*, двух взрезных пружнн *5*, регулирующих гаек, оси ролика *10* и роликов *12*.

Пружина *5* длиной 69 *мм* с внутренним диаметром 21±0,5 *мм* с 7,5 витками из проволоки диаметром 4,5 *мм*; пружнна от груза 20 *кг* сжимается на 5 *мм*.

Взрезное сцепление регулируется при помощи гаек на взрез при усилии на шибере в 600—1 000 *кг*. Гайки после регулировки закрепляются шплинтами.

Автопереключатель (фиг. 412) состоит из двух половин — левой (*10440*) и правой (*10441*), чугунные основания которых прикреплены к корпусу винтами и штифтами; на каждом основании укреплены бакелитовые

контактные колодки с тремя парами пружинящих губок из фосфористой бронзы; на каждом свободно вращающемся стальном рычажке (*10440А* и *10441А*) укреплены три латунных ножа: два нормальных (для контрольных цепей) и один утолщённый (для рабочей цепи).

Каждый рычажок под действием спиральной пружины длиной 35 *мм* из 6,5 витков проволоки диаметром 3,5 *мм*, навитой на ось рычажка, стремится прижаться к контрольным контактным губкам (на фиг. 412 рычажок *10440А* своими ножами врублен в контрольные контактные губки, а рычажок *10441А* под действием лапки *8671е* отжат от контрольных пружин и ножами врублен в рабочие контактные пружины). Глубина врубания контактных ножей в контактные пружины должна быть не менее 5 *мм*, при этом между ножом и пружинами должно обеспечиваться контактное давление не менее 500 *г*. При взрезе стрелки расстояние между ножом и контактными пружинами должно быть не менее 3 *мм*.

Заход лапки собачки *8671* (левой *ш* или правой *е*) на палец соответствующего рычажка автопереключателя должен быть не менее 7 *мм*.

Контрольные линейки: внутренняя *8671г* и наружная *8671д* (фиг. 407) имеют вырезы, в которые западают концы рычажков автопереключателя.

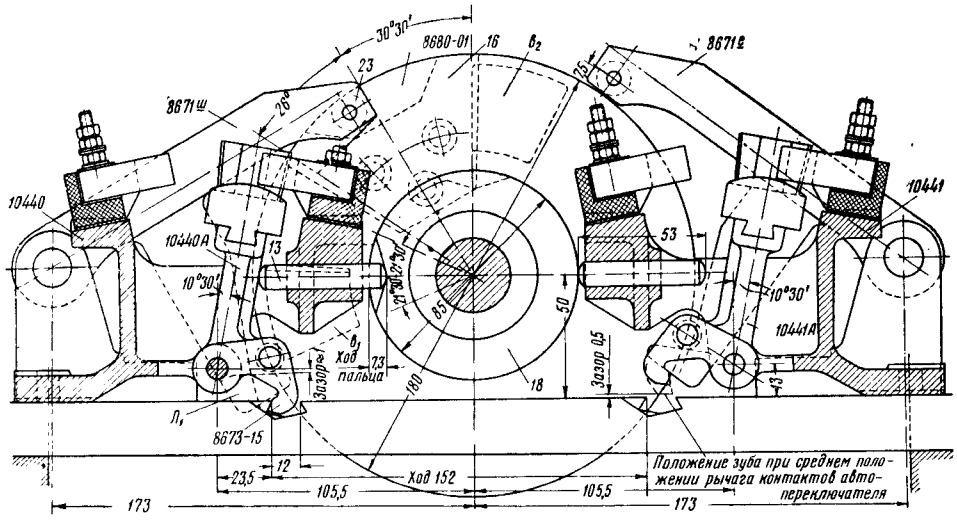
Контрольные линейки при ходе 152 *мм* с допусками —2, +4 *мм* должны допускать замыкание контрольных контактов автопереключателя; поперечный люфт в направляющих должен быть не более 0,5 *мм*, вертикальный люфт — не более 1 *мм*.

В корпусе привода в местах выхода шиберов и контрольных линеек имеются сальники, состоящие из войлочных прокладок толщиной 8 *мм* и стальных пластин толщиной 3 *мм*. Кожух привода имеет по краям прокладку из резиновой трубки диаметром 2,5 *мм*.

Привод снабжён блокировочным контактом, автоматически выключающим привод из электрического управления при переводе его на ручное управлеиие курбелем. Диэлектрическая прочность изоляции в любой части привода должна быть не ниже 1 000 *в* переменного тока частотой 50 *гц*.

Работа привода

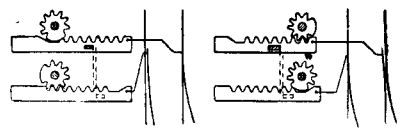
При нормальной работе привода отпирающее зубчатое колесо *15* (фиг.409), вращаясь против часовой стрелки, при помощи кулачка *16* (фиг. 412) выжимает ролик *23* собачки *8671ш*, выводя его из выреза коробки



Фиг. 412. Автопереключатель

взрезного сцепления *8680-01*; затем, нажимая на выступ $в_1$, заставляет взрезное сцепление, а с ним и главный вал, начать вращение. В то же время левая собачка *8671 ш*, нажимая лапкой $л_1$ на нижний конец рычажка *10440А*, перебрасывает рычажок к рабочим контактам, размыкая контрольные.

В начале вращения главного вала движется шибер отведённого остряка (фиг. 413),



Фиг. 413. Схема работы шиберов

при этом происходит отмыкание шибера прижатого остряка, затем боковая планка этого шибера упирается в боковую планку шибера прижатого остряка и заставляет его перемещаться в том же направлении. К этому моменту шестерня этого шибера освобождает его от замыкания; к концу перевода первый шибер останавливается, а второй продолжает двигаться до полного перевода стрелки, в конце которого правая собачка *8671е* (фиг. 412) западает в вырез коробки взрезного сцепления

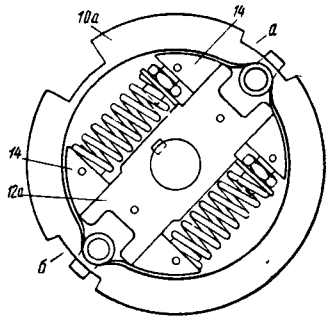
и правый рычажок *10441А* под действием спиральной пружины перебрасывается влево и замыкает контрольные контакты, размы кая рабочие.

К этому же моменту первый шибер полностью замыкается своей шестернёй (фиг. 413).

При взрезе стрелки главный вал поворачивается и кулачком *18* (фиг. 412) отжимает палец *13*, который ставит рычажок автопереключателя в среднее положение, размыкая контрольные контакты.

С 1949 г. выпускаются электроприводы типа СПВ-3а, в которых в качестве взрезного сцепления применяется взрезное сцепление по предложению тт. Тиманюка и Шаева. Взрезное сцепление тт. Тиманюка и Шаева обеспечивает автоматическое выключение привода из управления при взрезе стрелки и отличается от обычного пружинного взрезного сцепления тем, что коробка *10 а* (фиг. 414) имеет два дополнительных выреза *а* и *б*, в которые под действием взрезных пружин входят прямоугольные концы двух ползунов *14*.

При взрезе стрелки основание *12а*, а с ними ползуны *14*, поворачиваются и уводят под поверхность коробки свои прямоугольные концы; собачка, опиравшаяся на



Фиг. 414. Взрезное сцепление тт. Тиманюка и Шаева

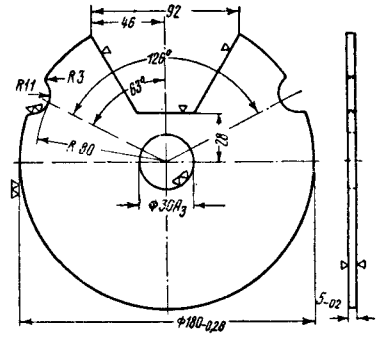
один из них, западает в вырез коробки и отпускает рычажок, который, поворачиваясь под действием пружины, размыкает рабочие контакты. Для исключения западания ролика собачек в вырезы коробки при постановке стрелки после взреза в нормальное положение на ось главного вала сзади коробки взрезного сцепления устанавливается отпирающий диск (фиг. 415).

Взрезное сцепление тт. Тиманюка и Шаева снабжается устройством, принудительно фиксирующим взрез стрелки и состоящим из пружины и штифта (фиксатора), укреплённых на наружной стороне коробки взрезного сцепления.

При взрезе стрелки фиксатор западает в вырез основания и исключает возможность постановки привода в нормальное положение курбелем до снятия кожуха и изъятия фиксатора из выреза основания.

При снятии пружины с коробки взрезного сцепления электропривод возвращается в нормальное положение курбелем.

Привод должен удовлетворительно работать при различных нагрузках в пределах от 75 до 125 *кг*; при электродвигателе 30 *в* и напряжении на нём 28—38 *в* сила тока не должна быть более 10 *а*, а при электродвигателе 100 *в* и напряжении на нём 100—110 *в* сила тока не должна быть более 3,5 *а*; время перевода должно быть не более 2,5 сек.



Фиг. 415. Отпирающий диск

Габаритные размеры собранного привода: ширина 979 *мм*, длина 860 *мм* и высота 244 *мм* с допусками ±5 *мм*. Расстояния между отверстиями для крепления привода к угольникам гарнитуры должны быть 350 и 810 *мм* с допуском ±1 *мм*.

В 1951 г. электропривод СПВ вновь модернизирован и сейчас выпускается под маркой СПВ-4. Основные электромеханические данные привода остались прежними.

Установка привода

Электропривод СПВ устанавливается на гарнитурах: на изолированной перекрёстной стрелке — для правой установки черт. 7499 (фиг. 416); на изолированных стрелках типов I-а и II-а — для правой установки черт. 7790 (фиг. 417), для левой установки черт. 7790а; на изолированных стрелках типа III-а — для правой установки черт. 7791, для левой установки черт. 7791а.

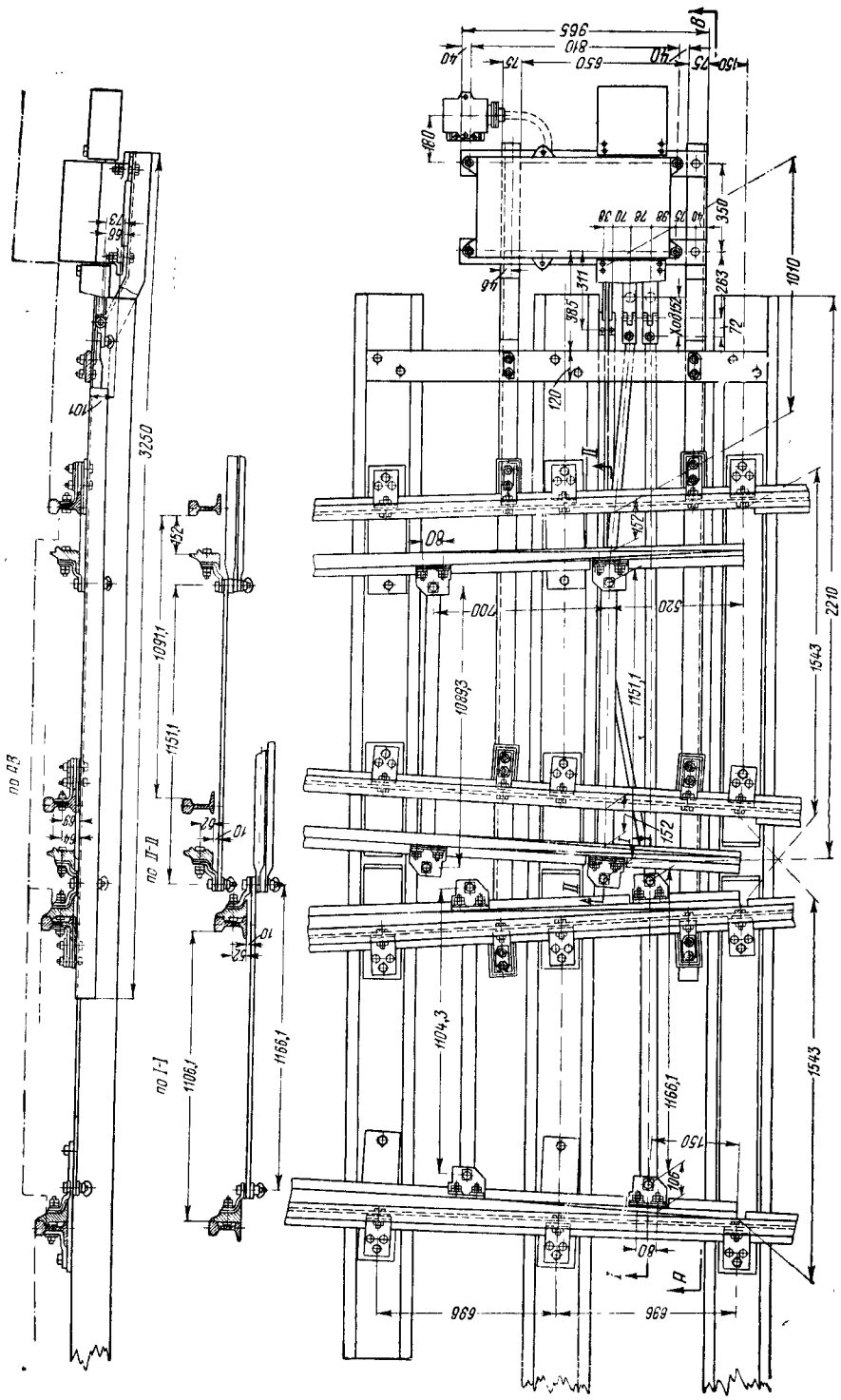
Спецификация важнейших деталей гарнитуры приведена в табл. 101.

Изолированное ушко к стрелкам типов I-а и II-а показано на фиг. 418; размеры *а*, *b* и *с* для стрелки I-а соответственно равны 85, 69 и 34 *мм*, для стрелки II-а — 83, 67 и 32 *мм*; изоляция фундаментных угольников приведена на фиг. 419. Все болтовые соединения в целях предотвращения самоотвинчивания гаек должны быть снабжены закрутками из вязальной проволоки диаметром 4 *мм*.

Для разделки кабеля у привода применяются стрелочные муфты: при жильности кабеля не более 18 жил — муфта *7117*; при жильности кабеля до 23 жил — муфта *8071* на 28 клемм; при большем количестве жил — муфта *8071* на 32 клеммы.

При эксплоатации электроприводов типа СПВ необходимо придерживаться следующих указаний.

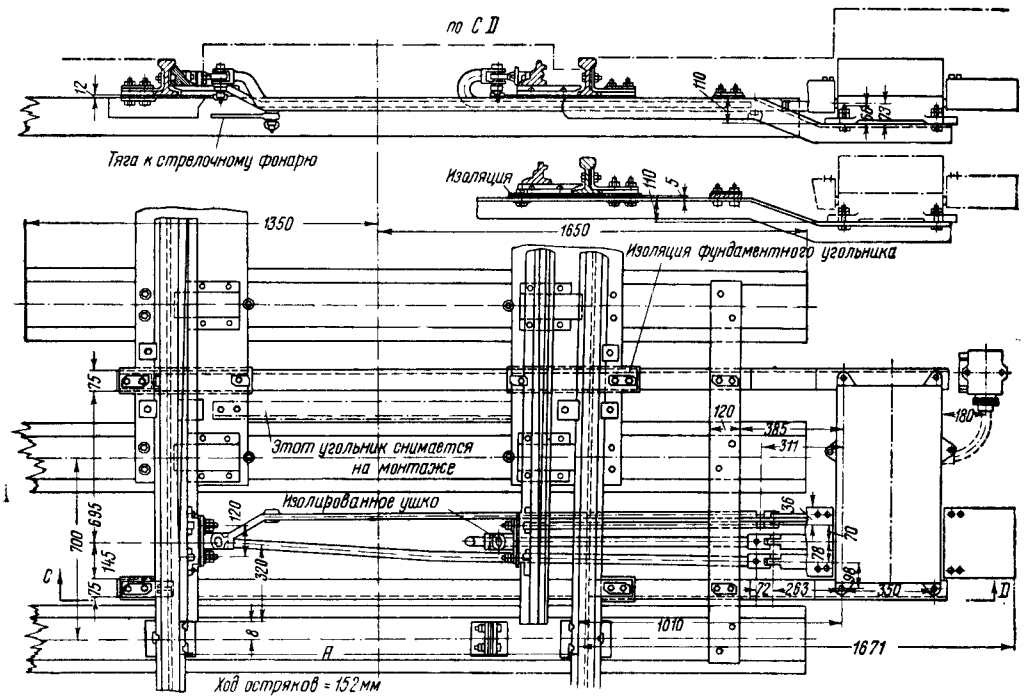
Ножи автопереключателя должны врубаться в контактные пружины не менее чем на 5 *мм*. Врубание ножа должно разводить стороны контактного гнезда, контакт должен быть плотным.



Фиг. 416. Гарнитура для установки привода типа СПВ на перекрёстной стрелке

Зазор между кулачком автопереключателя и вырезом контрольной линейки прижатого пера должен быть в пределах от 1 до 4 *мм*.

Сопротивление изоляции проводов внутреннего монтажа привода требуется не менее 5 *мгом* (измеряется тем же мегометром).



Фиг. 417. Гарнитура для установки привода СПВ на стрелках типов I-а и II-а

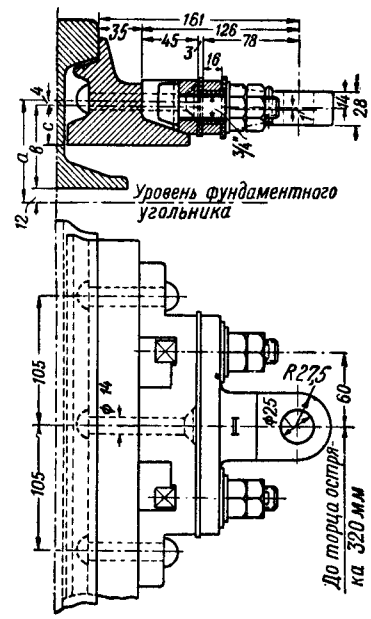
Сопротивление изоляции обмоток по отношению к корпусу мотора должно быть не менее 0,5 *мгом* (измеряется мегометром с напряжением не ниже 500 *в*). При более низкой изоляции производится просушка мотора

Таблица 101

Гарнитура стрелочных электроприводов типа СПВ

Наименование позиции	Гарнитура 7790		Гарнитура 7791	
	деталь	количество	деталь	количество
Ушко изолированное . . .	7531	2	7532	2
Изоляция фундаментных угольников на стрелках марки 1/9	7536	4	7538	4
То же на стрелках марки 1/11	7537	4	7538	4
Угольник фундаментный:				
правый	1	1	7790-01	1
левый	2	1	7790-02	1
Тяга рабочая длинная . . .	3	1	7790-03	1
» » короткая . .	4	1	7790-04	1
» контрольная длинная	5	1	7790-05	1
» » короткая	6	1	7790-06	1
Полоса связная	7	1	7791-01	1
Шарнир	9	2	7790-09	2
Палец шарнира	10	2	7790-10	2
» »	11	2	7790-11	2
Прокладка стопорная . . .	13	2	—	—
Шайба изолирующая	13	2	—	—

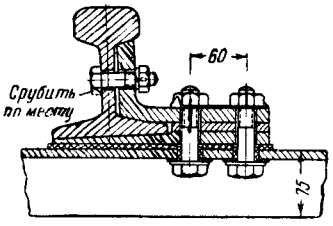
Сила тока нормальной работы привода должна быть не более 8—10 *а*, при работе на



Фиг. 418. Изолированное ушко к стрелкам типов I-а и II-а

фрикцию не более 10—12 *а*, при этом мотор должен продолжать вращение.

Смазываться должны: фрикции, все подшипники, шиберы и линейки. Все остальные неокрашенные части приводозамыкателя



Фиг. 419. Изоляция фундаментных угольников для стрелок типов I-а и II-а

слегка покрываются смазкой во избежание ржавления. Смазочные материалы те же, что и для привода 3900.

МЕХАНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ

Централизационный аппарат

Централизационный аппарат механо-электрической централизации состоит из станины и укреплённых на станине стрелочных и маршрутно-сигнальных коммутаторов.

Разрез аппарата по стрелочному коммутатору показан на фиг. 420, где *Р* — рукоятка, *СО* — стрелочная ось, *РП* — рабочий переключатель, *БП* — батарейный переключатель, *СЗ* — стрелочная защёлка, *КЭ* — контрольный электромагнит, *СУ* — световой указатель, *ЗС* — зубчатый сектор, *КШ* — коническая шестерня, *Г* — гриф, *С* — стержень, *РК* — рукояточный контакт, $БК_1$ — бакелитовая колодка подвижная, *КП* — контактные пластинки, $БК_2$ — бакелитовая колодка неподвижная.

Типы станин централизационного аппарата указаны в табл. 102.

Таблица 102

Станины централизационного аппарата

Количество		Размеры в *мм*		
мест	линеек	длина	ширина	высота
16	30	1 354	844	1 215
16	60	1 354	1 105	1 215
24	30	1 954	844	1 215
24	60	1 954	1 105	1 215

На станине размещаются стрелочные и маршрутно-сигнальные коммутаторы по одному на каждое рабочее место (ширина рабочего места равна 75 *мм*).

Стрелочный коммутатор *32921* (фиг. 421) состоит из:

а) так называемого электромагнитного поля *32923* (или *38843*), на котором монтируются электромагниты и управляемые ими переключатели; типы электромагнитных полей указаны в табл. 103.

Таблица 103

Типы электромагнитных полей

Назначение электромагнитного поля	С падающими контактами 20010	Без падающих контактов
Для участков с паровой тягой	*32923*	*47114*
Для участков с электрической тягой (с изоляцией батарейного переключателя)	*38843*	*47115*

б) неподвижной бакелитовой колодки с восемью парами контактных пружин 1 ÷ 8 и 11÷18;

в) оси *1* (фиг. 421) фасонного сечения, на которой укреплены три контактные бакелитовые колодки *7*, замыкающая шайба *2*, переводной рычаг *5* с вилкой, шайба *6* и дистанционные кольца *4* и *8*.

Передний конец оси *1* соединён с короткой осью *7р* стрелочной рукоятки *Р* (*38361*); на оси *7р* штифтом *13р* укреплена коническая шестерня *12р*, находящаяся в сцеплении с зубчатым сектором *4р*; последний штифтом скреплён с рычажком *2р*, вращающимся на оси *6р*, в кронштейне *1р*. На рычажок *2р* надета гильза *14р*, прижимаемая пружиной *15р*, упирающейся в кнопку *17р*. В гильзу *14р* ввинчен проволочный стержень *18р*, действующий на контактные пружины *20р*.

При переводе рукоятки *Р* вперёд (на себя) ось *1* поворачивается против часовой стрелки. Передача от рукоятки и оси равняется 1 : 3, т. е. при повороте рукоятки на 30° ось поворачивается на 90°.

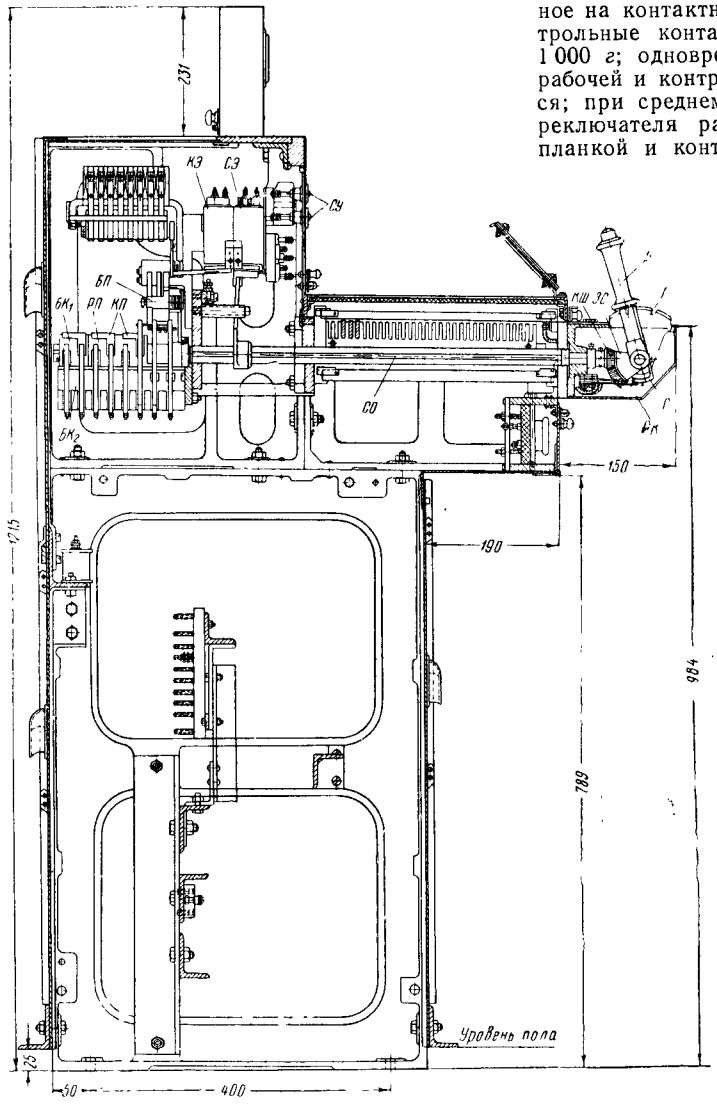
Холостой ход (игра) оси коммутатора в направлении её вращения при фиксированном положении рукоятки не должен превышать 0,3 *мм* на краю оси, а в продольном направлении ±0,3 *мм*.

Контактная система стрелочного коммутатора включает восемь пар пружин, из которых *3 ÷ 6* и *13 ÷ 16* служат для переключения рабочих и контрольных проводов, *7 ÷ 8* и *17 ÷ 18* — контрольных лампочек и *1÷2* и *11÷12* — рабочей и контрольной батареи; пружина *13* служит для защитного заземления соответствующего рабочего провода.

Электромагнитное поле включает батарейный переключатель, контрольный электромагнит, взрезной переключатель и электрозащёлку.

Батарейный переключатель *3753* или *38826* (фиг. 422) состоит из *4Р* — четырёхплечевого рычажка, *П* — упорной планки, *Я* — якоря контрольного электромагнита, *КВ* — контактной вилки, *В* — вилки, *КП* — контактиой пластины μ, *БК* — бакелитовой колодки. На оси *13* (фиг. 423) станины *20* насажен и закреплён кольцом *14* со шплинтом *15* четырёхплечий рычаг-переключатель *1*, стремящийся повернуться по часовой стрелке под действием спиральной пружины *10*, упирающейся в штифт *12* на станине. К переключателю винтами *9* привинчена контактная вил-

ка *8*, которая при нормальном положении переключателя упирается в контактные стержни *24*, втопленные в бакелитовую колодку *23*, прикреплённую к станине винтами *31*. Для переключения рабочих и контрольных контактов служит контактная пластина *4*, прикреплённая к эбонитовой изолированной пластинке на нижнем плече переключателя. Над



Фиг. 420. Управляющий аппарат механо-электрической централизации (разрез по стрелочному коммутатору)

переключателем на штифте расположен замыкающий рычаг *17* с выступом, за который при повороте оси захватывает упорная планка *6*, привинченная винтами к вертикальному плечу переключателя.

На рычаг *17* нажимает вниз плоская пружина *19*.

При поднятии рычага *17* переключатель под действием пружины *10* возвращается в своё нормальное положение.

Контактная вилка *8* в аппарате, предназначенном для участков с электротягой, изолирована от переключателя. Зазор между выступом замыкающего рычага *17* и упорной планкой *6* в момент поворота стрелочной оси на 45° должен быть не менее 1,5 *мм*; принудительный отвод тяги *23* при переводе рукоятки должен быть не менее 2,5 *мм*; захват переключателем крючка в направлении оси должен быть не менее 2 *мм*, давление спиральной пружины при незаведённом переключателе, измеренное на контактной планке, замыкающей контрольные контакты, должно быть не менее 1 000 *г*; одновременное смыкание контактов рабочей и контрольной батарей не допускается; при среднем положении батарейного переключателя расстояние между контактной планкой и контактными пружинами должно быть не менее 2 *мм*.

Контрольный электромагнит *20009* состоит из двух катушек с железными сердечниками, вставленных в гнёзда общего чугунного корпуса с латунными подвесками, прикреплёнными к гнезду штифтами и винтами. Якорь вращается на двух острых винтах, ввинченных в подвески; к якорю привинчен рычаг.

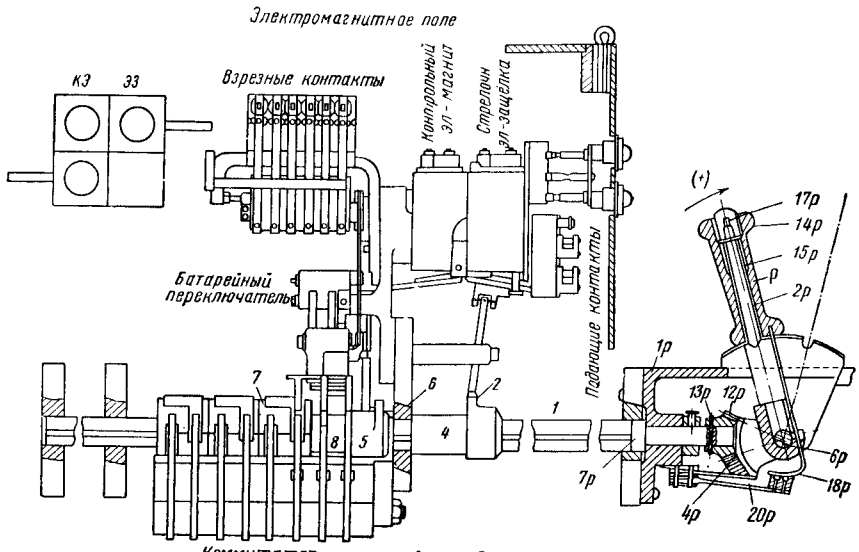
Взрезной переключатель (фиг. 424), поддерживаемый кронштейном *1* со штифтом *21*, состоит из бакелитовых контактных колодок *5* и *8*, прикреплённых к кронштейну винтами *10*, проходящими через общую планку *9*; к колодкам винтами *6* с гайками *7* прикреплено шесть пар контактных пружин *25* и *29* на упорных пластинах *24* и *28* с винтами *31* для присоединения проводов. Для переключений служит контактная колодка *42* с наложенными на неё контактными полосками; её несущая планка прикреплена своими концами к двойному угольнику *20* и угольнику *17*, вращающимся на оси и винте *32*.

К угольнику *20* штифтом прикреплена тяга *23*, связывающая взрезной переключатель с левым плечом батарейного переключателя и якорем контрольного электромагнита. Контактные пружины защищены гетинаксовыми трубками на стержнях *45*, закреплённых в планке *33*. Нажатие контактных пружин при замыкании должно быть не менее 25 *г*; люфт колодки вдоль оси вращения должен быть 0,1÷0,5 *мм*; при смыкании контакта серебряная наклёпка должна полностью перекрывать торец контактного штифта на пружине.

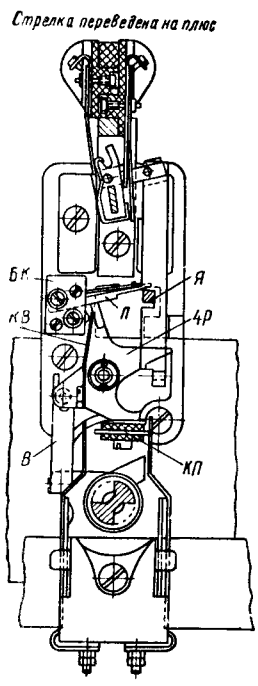
Стрелочная электрозащёлка *2007* состоит из гнезда с подвеской, катушки, якоря *6* с привинченными к нему переключающим

рычагом и стойкой с подвешенным к последней замыкающим стержнем.

При крайних положениях рукоятки зазор между замыкающим стержнем электрозащёлки и замыкающей шайбой должен быть в пределах 0,5÷2 *мм*. При нахождении стержня защёлки между зубцами замыкающей шайбы осевые контакты должны быть разомкнуты, за исключением контакта, заземляющего рабочий провод, а также контакта контрольной батареи, которые должны быть замкнуты.



Фиг. 421. Стрелочный коммутатор *32921*



Фиг. 422. Батарейный переключатель

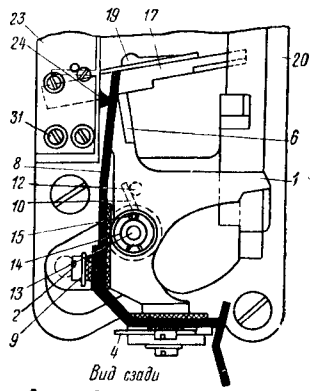
В электромагнитах люфт якоря вдоль оси вращения должен быть 0,3 ÷ ÷ 0,5 *мм*, при отпавшем якоре край переключающего рычага должен перекрывать головку не менее чем на 1,5 *мм*; зазор между электромагнитом и якорем должен быть: с лицевой стороны (свободный конец якоря) для контрольного электромагнита 3÷4 *мм*, для электрозащёлки 3÷4,8 *мм*, с тыловой стороны (т. е. со стороны подвесок) 0,1 ÷ ÷ 0,5 *мм*; при притянутом якоре зазор между якорем и электромагнитом на лицевой стороне должен быть не менее 0,25 *мм*.

Электрическая характеристика обмоток катушек приведена в табл. 104.

Световой указатель *32924* состоит из двух лампочек коммутаторного типа на 12 *в*.

Переключатель *20010* с падающими контактами состоит из четырёх контактных рычажков, укреплённых на стойках и штифтах на бакелитовом основании. Они приводятся в движение ригелем, управляемым переключающим рычагом стрелочной электрозащёлки. Давление контактной пружины на цоколь лампы, измеренное в верхней части, должно быть не менее 150 *г*.

В переключателе с падающими контактами серебряные контактные наклёпки должны полностью перекрывать торцы контактных штифтов и создавать давление не менее 4 *г*, причём контакт должен быть скользящим.

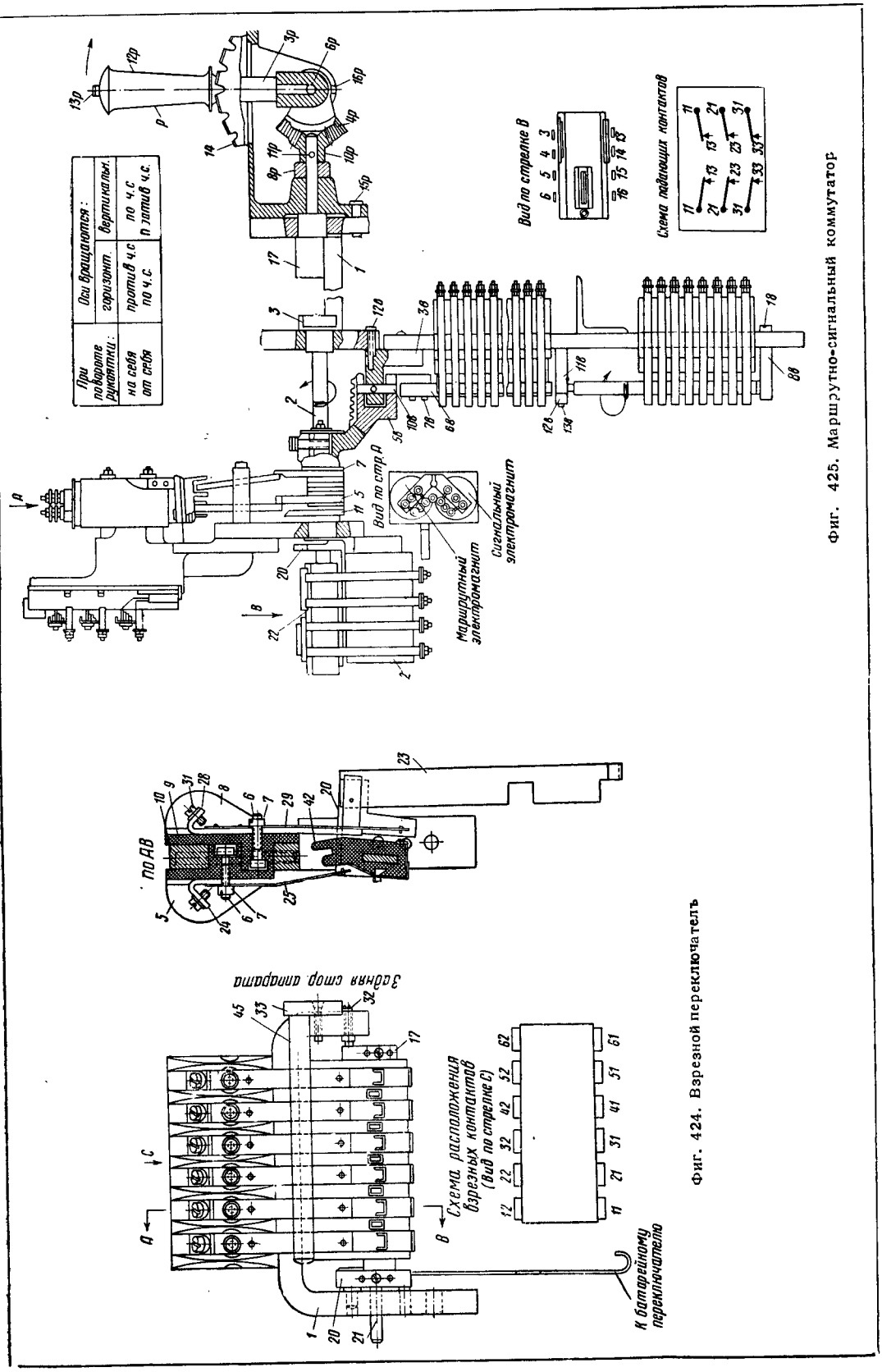


Фиг. 423. Четырёхплечий рычаг-переключатель

Смыкание и размыкание всех контактов должны происходить одновременно.

Маршрутно-сигнальный коммутатор типа Б (фиг. 425) состоит из электромагнитного поля *32930*, на котором смонтированы электромагниты и переключатели горизонтальной оси *32929*, имеющей в передней части *1* сегментообразное сечение, в задней *2* — круглое (обе части соединены муфтой *3*), и вертикальной оси с набором карболитовых колодок с контактными пружинами.

На горизонтальной оси укреплены: карболитовая колодка (контактодержатель) *22*, втулка *20*, шайбы — замыкающая *5*, отводящая *11* и установочная (сигнальная) *7*, коническая шестерня *6* для связи с вертикальной осью, муфта *3* для прикрепления



Фиг. 425. Маршрутно-сигнальный коммутатор

Фиг. 424. Врезной переключатель

Таблица 104.

Электрическая характеристика обмоток катушек

Назначение катушки	Марка и диаметр провода в *мм*	Число витков в одной катушке	Сопротивление одной катушки в *ом*	Ток притяжения не более в *ма*	Рабочий ток не более в *ма*	Ток отпадания не менее в *ма*
Контрольный электромагнит . . .	ПЭ 0,17/0,185	8 000	340±10%	160	45	5
Электрозащёлка	ПЭ 0,17/0,185	8 000	340±10%	95/70*	—	35/20*

* Знаменатель относится к электрозащёлкам без падающих контактов.

сегментообразной части оси, на переднем конце — соединительная ось *17* (или *7р*), стопорное кольцо *8р*, коническая шестерня *10р*, укреплённая на оси коническим штифтом *11р*.

На оси *6р* на кронштейне *14* вращается рукоятка *Р*, состоящая из рычага *3р* с зубчатым сектором *4р*, связанным с ним коническим штифтом; на рычаг *3р* надета гильза *12р* с пружиной, упирающейся в кнопку *15р*.

Вертикальная ось *6в* скреплена вверху винтами *7в* с зубчаткой *5в*, которая насажена на короткую ось *10в*; последняя вставлена и прикреплена штифтом к угольнику *3в*, в свою очередь прикреплённому винтом *12в* к продольной полосе аппарата; в нижней части ось *6в* поддерживается подпятником *8в* и промежуточным подпятником *11в* с крышкой *12в*.

Электромагнитное поле состоит из станины, на которой укреплены сигнальная и маршрутная электрозащёлки; катушки последних помещены в общем корпусе с гнёздами.

Сигнальная электрозащёлка находится слева, если смотреть спереди.

Стержень невозбуждённой сигнальной защёлки при повороте оси на 27 — 33° запирает ось от дальнейшего поворота, упираясь в зубец диска по глубине не менее чем на 4 *мм* и по ширине зубца не менее чем на 3 *мм*.

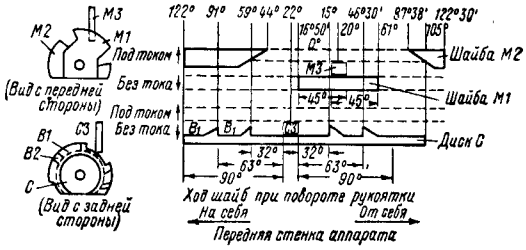
При возбуждённой сигнальной защёлке зазор между замыкающими стержнями и зубцами установочного диска оставляется не менее 0,5 *мм*.

После поворота оси на 44—50° замыкающий стержень невозбуждённой маршрутной электрозащёлки должен запирать ось от обратного поворота с зазором 0,5 ÷ 2 *мм* между стержнем и зубцом замыкающей шайбы.

Положение замыкающих шайб и стержней, соответствующее нормальному положению маршрутно-сигнальной рукоятки, показано на фиг. 426, причём градусы, отмеченные на вертикальных линиях, указывают расположение различных точек замыкающей системы относительно вертикальной плоскости; градусы, отмеченные на горизонтальных линиях, показывают углы поворота (ходы) шайб до граней соответствующих стержней; вертикальными стрелками показано перемещение стержней при появлении и прекращении тока в катушках.

Указанные величины имеют допуск ±3°.

Электрическая характеристика обмоток электромагнитов маршрутно-сигнального коммутатора приведена в табл. 105.



Фиг. 426. Замыкающие шайбы

Нормальное положение маршрутно-сигнальной рукоятки — вертикальное; при повороте её назад (от себя) на 30° горизонтальная ось поворачивается на 90° по часовой стрелке, вертикальная ось — на 90° против часовой стрелки.

Холостой ход горизонтальной оси тот же, что и для стрелочного коммутатора. Холостой ход вертикальной оси в направлении её вращения не должен превышать 0,5 *мм* на краю колодки, а в продольном направлении 0,3 *мм*.

На горизонтальной оси укреплены колодки с контактными пружинами 3÷4 и 13÷17, замыкаемые при повороте оси на угол 20—30°, и 5÷6 и 15÷16, замыкаемые при 90°.

На вертикальной оси укреплены четыре контактные колодки типов 1÷IV (фиг. 427).

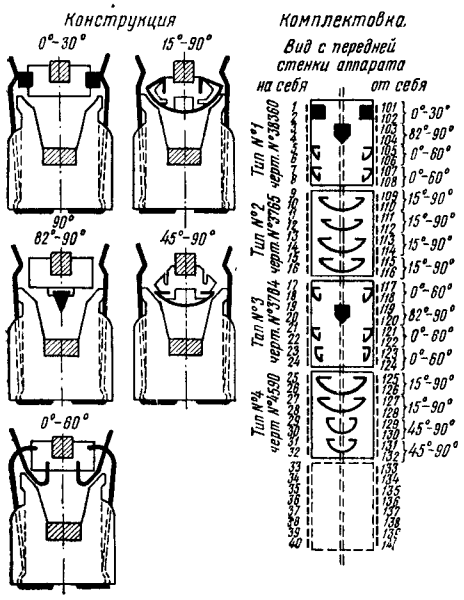
Таблица 105

Электрическая характеристика обмоток электромагнитов

Тип электромагнита	Марка и диаметр провода в *мм*	Число витков в одной катушке	Сопротивление в *ом*	Ток притяжения не более в *ма*	Ток отпадания
Маршрутный и дополнительный .	ПЭ 0,35/0,38	2 750	30±10%	140	Не менее 8% от тока притяжения
Сигнальный	ПЭ 0,41/0,445	2 120	17,4±10%	170	То же

К каждой из них прилегают восемь пар контактных пружин 1÷32 и 101÷132 (так называемые вертикальные контакты).

В табл. 106 показаны углы поворота вертикальных и горизонтальных осей, при которых замыкаются соответствующие контакты.

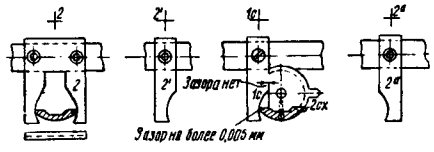


Фиг. 427. Контактные колодки маршрутно-сигнального коммутатора

Контактные пружины неподвижных колодок должны смыкаться с контактными пружинами подвижных колодок, не выходя за пределы этих пружин.

Давление контактных пружин всех неподвижных колодок при замкнутом контакте должно быть 100 ÷ 300 *г* при измерении в точке контакта.

При нормальном положении рукоятки люфты рукоятки могут быть такими, при которых: не замыкаются контакты 15 ÷ 90° с запасом 3°; не размыкаются контакты 0÷ ÷ 60°; не размыкаются контакты стрелочных осей; не размыкаются 30-градусные контакты.



Фиг. 428. Ведущие замычки

Ящик зависимости. Механические замычки различают ведущие, стрелочные и маршрутные.

Типы (номера) ведущих замычек (фиг. 428) приведены в табл. 107.

Типы (номера) стрелочных замычек (фиг. 429) приведены в табл. 108.

Таблица 106

Углы поворота осей в градусах

№ колодок	Тип контакта	Прямой ход	Обратный ход
		Вертикальные оси	
1	0-30 90 0-75 2 комплекта	До 30±6 При 90^{-7} До 75±5	14±6 Обратного замыкания нет 14±6
2	15-90 4 комплекта	От 16±4	Обратного замыкания нет
3	0-75 90 0-75 2 комплекта	До 75±5 При 90^{-7} До 75±5	14±6 Обратного замыкания нет 14±6
4	15-90 45-90	От 16±4 » 41±3	Обратного замыкания нет
		Горизонтальные оси	
1–2	90 20-56	От 90±7 Начало замыкания не раньше 20° и не позже 30° Начало размыкания не раньше 50° и не позже 60°	Обратного замыкания нет То же

Примечания. 1. Первый зубец замыкающей сигнальной шайбы при невозбуждённом электромагните должен задерживать перевод рукоятки не раньше 29° и не позже 35°, второй — не раньше 61° и не позже 67°.

2. Стержень невозбуждённой маршрутной электрозащёлки должен западать на зубец замыкающей шайбы и препятствовать обратному переводу маршрутно-сигнальной рукоятки не раньше 44° и не позже 50°.

3. Часто контакты «0—75°» именуют «0—60°», но это нужно признать менее правильным.

4. Выражение «30±6°» значит, что контакт замыкается не раньше 24° и не позже 36°; «90—7°», — что контакт замыкается не раньше 83° и т. д.

Таблица 107

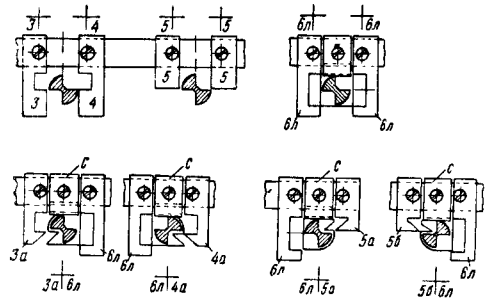
Типы ведущих замычек

Тип (номер) замычки	Устанавливается относительно маршрутно-сигнальной оси	При повороте оси	Переводит линейку
2	Над	Против часовой стрелки	Вправо
2'	Слева	По часовой стрелке	Влево
1 с-2 сх	»	По часовой стрелке	»
2'	Справа	Против часовой стрелки	Вправо

Таблица 108

Типы стрелочных замычек

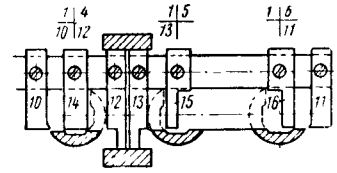
Тип (номер) замычки	Устанавливается относительно стрелочной оси	Служит для запирания стрелки	
		на	при перемещении линейки
3	Слева	–	Вправо
4	Справа	–	Влево
5	»	+	»
5	Слева	–	Вправо
6л	»	+ или –	»
6п	Справа	+ или –	Влево
3а	Слева	+	Вправо
4а	»	–	Влево
5а	»	+	»
5б	»	–	Вправо



Фиг. 429. Стрелочные замычки

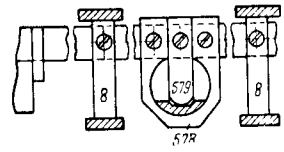
аппаратах служат для предохранения от прогиба маршрутно-сигнальных осей.

Для предохранения линеек от изгиба в горизонтальном направлении каждая группа



Фиг. 430. Маршрутные замычки

расположенных рядом (без промежутков) линеек защищается с двух сторон упорными планками, установленными на распорных брусках. Ход линеек в каждую сторону от нормального положения должен быть $10{,}4 \pm \pm 0{,}5$ *мм*; вертикальный люфт линеек должен быть в пределах от 0,05 до 0,3 *мм*.



Фиг. 431. Вспомогательные замычки

Замычки должны быть плотно насажены на линейки с зазорами относительно замыкаемых ими осей, приведёнными в табл. 110.

Таблица 109

Типы маршрутных замычек

Тип (номер) замычки	Устанавливается относительно маршрутно-сигнальной оси	При перемещении линейки	Препятствует повороту оси	При повороте оси	Препятствует перемещению линейки
10 или *13*	Слева	Вправо	По часовой стрелке	По часовой стрелке	Вправо
11 или *12*	Справа	Влево	Против часовой стрелки	Против часовой стрелки	Влево
14	Над	Вправо	То же	То же	Вправо
	»	Влево	По часовой стрелке	По часовой стрелке	Влево
15	»	»	То же	То же	»
16	»	Вправо	Против часовой стрелки	Против часовой стрелки	Вправо

Замычки *4а* и *5а* ставятся лишь при наличии слева от стрелочной оси на той же линейке замычки *6л*.

Замычка *5б* ставится лишь при наличии справа от этой оси на той же линейке *6п*.

При наличии замычек *6л* и *6п* на стрелочную ось надевается квадратная шайба, а при установке замычек *3а*, *4а*, *5а* и *5б* — шайбы с вырезами.

Во избежание смещения этих шайб вдоль указанной оси на линейке ставят направляющую скобку.

Типы маршрутных замычек (фиг. 430) приведены в табл. 109.

Опорные ножки *8* устанавливают по две на каждую линейку 16-местной станины и по четыре — на линейку 24-местной станины.

Вспомогательные замычки *578* — *579* (фиг. 431) на 30-й линейке в 60-линеечных

Таблица 110

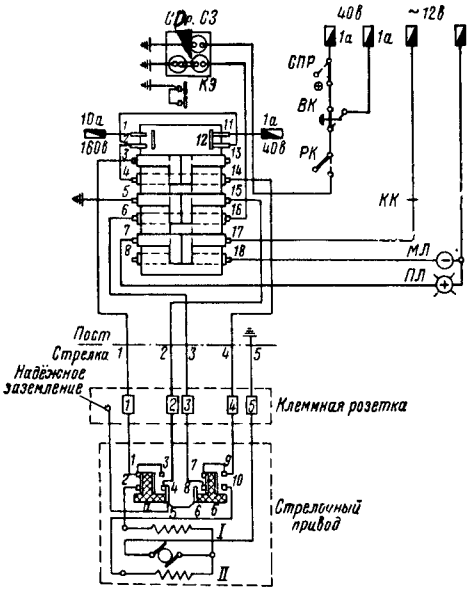
Размеры зазоров в *мм* при насадке замычек

Зазоры	Замычки	
	сигнальные	стрелочные
Нижний	0,2—1,2	0,2–1,0
Боковой	0,1—1,2	0,2—1,4

При нормальном усилии, прикладываемом к рукоятке запертой стрелки или маршрутно-сигнальной оси, поворот её не должен быть больше 6—7° при двойном запирании осей в ящике зависимости; при одинарном же замыкании сигнальных осей этот люфт увеличивается дополнительно на 3÷4° за счёт прогиба замыкаемых сигнальных осей.

Основные схемы токопрохождения

Схемы включения стрелочного электропривода одиночной стрелки (фиг. 432) и электроприводов спаренных стрелок (фиг. 433) при



Фиг. 432. Схема включения электропривода одиночной стрелки

паровой тяге, а также при электротяге на электрифицированных участках (фиг. 434 и 435) удовлетворяют следующим требованиям:

а) перевод стрелки возможен только при условии отсутствия состава на стрелочной изолированной секции;

б) в любой момент перевода возможно изменить направление движения стрелки;

в) начавшийся перевод стрелки заканчивается и при вступлении состава на стрелочную секцию;

г) по окончании перевода стрелки электропривод автоматически выключается;

д) находящаяся на очереди к пуску обмотка возбуждения электродвигателя защищена от попадания в неё постороннего тока;

е) контрольный электромагнит при промежуточном положении стрелки защищён от попадания в него постороннего тока;

ж) перевод стрелки невозможен после поворота маршрутно-сигнальной рукоятки;

з) на посту контролируется нормальное и переведённое положения стрелки;

и) при взрезе стрелки или отходе остряка на 4 *мм* и более от рамного рельса на посту получается контроль взреза.

В схемах предусмотрена возможность искусственного перевода стрелки при порче стрелочной секции посредством нажатия вспомогательной кнопки *ВК*, которая шунтирует разомкнутый контакт реле стрелочной секции.

Примерные схемы установки и размыкания маршрутов приёма приведены на фиг. 436.

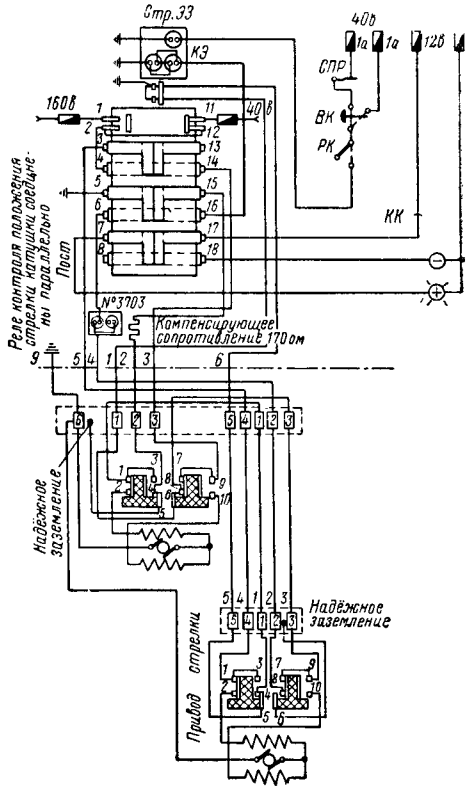
В схему установки маршрута включаются:

взрезные контакты контрольных электромагнитов всех стрелок, входящих в маршрут, и охранных — для контроля правильного положения стрелок;

фронтовые контакты путевых реле изолированных секций маршрута — для контроля свободности этих секций от подвижного состава и исправности рельсовых цепей;

контакт первого вспомогательного реле *1ВР* цепи искусственного размыкания маршрута — для исключения возможности открытия светофора при начавшемся искусственном размыкании до его окончания;

параллельно контакт управляющего реле *Н* и контакт маршрутного реле *МР* — для исключения вторичного открытия светофора, закрытого во время прохода поезда по участку приближения;



Фиг. 433. Схема включения электроприводов спаренных стрелок

вертикальные и горизонтальные контакты маршрутно-сигнальных коммутаторов — для разделения схемы по маршрутам;

контакт лампового реле красного огня — для исключения открытия светофора, если на нём перегорела лампа красного огня;

контакт аварийного сигнального реле *АСР* — для автоматического появления на светофоре красного сигнала, если по какой-либо причине лампа разрешительного огня погаснет;

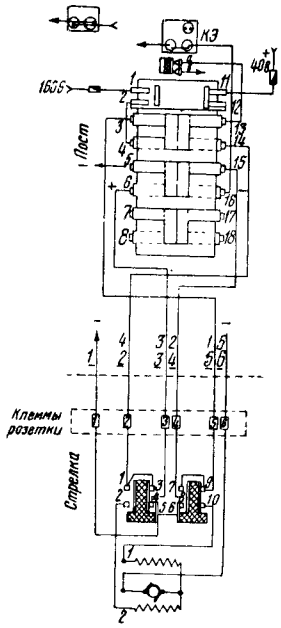
сигнальная электрозащёлка — для воспрепятствования установке маршрута в том случае, если какой-либо из перечисленных контактов (или контактов, осуществляющих другие зависимости в устаиовке маршрута)

будет разомкнут, при этом маршрутно-сигнальная ось запирается стержнем сигнальной электрозащёлки;

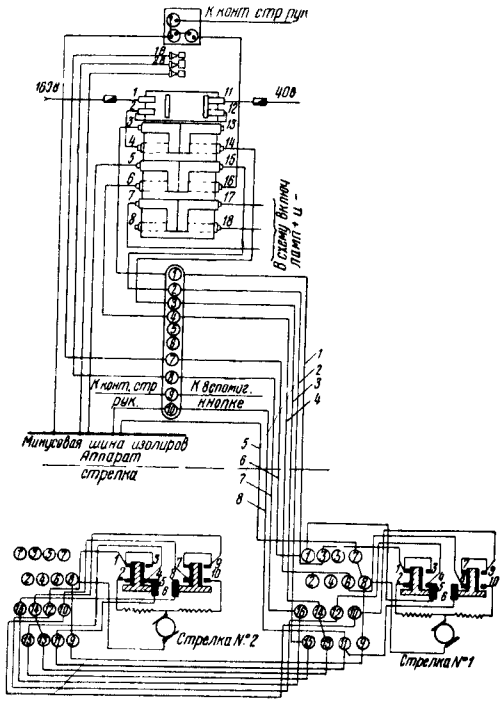
управляющие реле (*3703*) — для смены сигнальных осей на светофорах;

омические сопротивления — для поглощения избыточных напряжений в цепях реле и электромагнитов;

повторно-исключающее реле *ПИР* (*3704*) — для исключения повторного автоматического открытия светофора после использования маршрута и удаления поезда за следующий светофор; это же препятствует автоматическому открытию случайно закрывшегося (например вследствие какого-либо повреждения) светофора после устранения причин, вызвавших закрытие.



Фиг. 434. Схема включения электропривода одиночной стрелки при электротяге

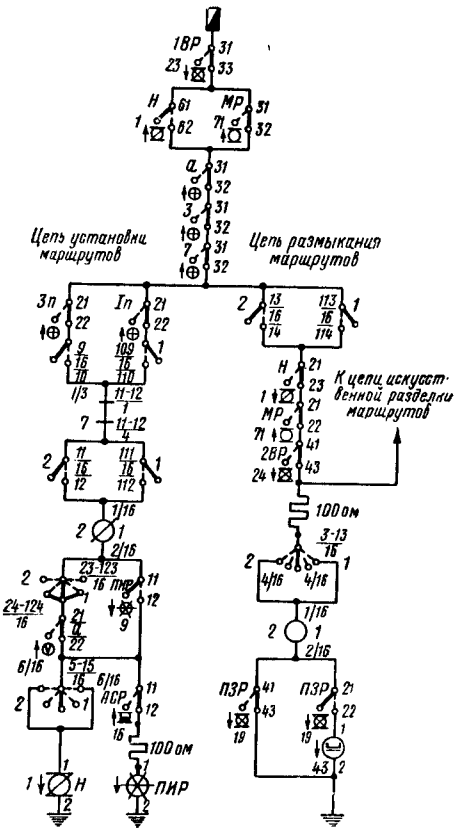


Фиг. 435. Схема включения электроприводов спаренных стрелок при электротяге

Контакты путевых реле, вспомогательного, управляющего и маршрутного, являющиеся общими для группы маршрутов, включаются в общую цепь; также объединяются части цепей установки маршрутов, заключающие в себе контрольные контакты одних и тех же стрелок.

В схему размыкания маршрута включаются:

фронтовые контакты путевых реле, кроме путей приёма;



Фиг. 436. Схема установки и размыкания маршрутов приёма

контакты реле *1ВР* и *2ВР* — для размыкания цепи при искусственном размыкании маршрута;

тыловые контакты управляющего реле — для невозможности размыкания маршрута при открытом светофоре;

фронтовой контакт маршрутного реле *МР* — для невозможности отмыкания маршрута после входа поезда на участок приближения при открытом входном светофоре (так называемое предмаршрутное замыкание);

контакты замыкающего реле *ПЗР* для включения в схему звонка только после вступления поезда на маршрут;

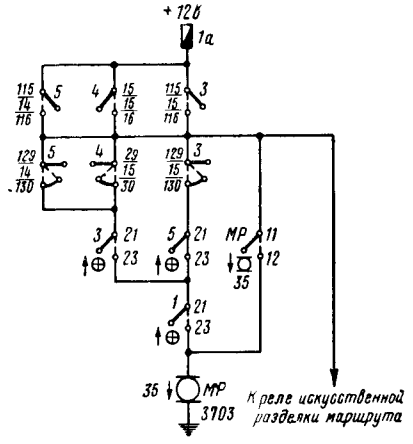
маршрутная электрозащёлка — для замыкания стрелок маршрута и враждебных светофоров;

звонковое реле (*3704*) — для подачи сигнала об освобождении поездом маршрута.

В схему размыкания маршрута взрезные контакты стрелочных коммутаторов не включаются.

При повороте маршрутно-сигнальной рукоятки от себя, после поворота оси на 15°, замыкаются вертикальные контакты *109—110*, *111—112* и т. д. и включаются сигнальная электрозащёлка и реле *ПИР*; на 60° — размыкается вертикальный контакт *123—124*; реле *ПИР* становится на самозамыкание (питание через собственный контакт); на 90° замыкается горизонтальный контакт *5—6* и возбуждается управляющее реле *Н* входного светофора, контактами которого включаются разрешительные огни светофора.

При вступлении поезда на участок приближения, когда лишается питания известительное реле приближения *НИПР*, обесточивается реле *МР*, так как в цепи последнего будут разомкнуты контакты реле *НИПР* и *Н* и вертикальный контакт маршрутно-сигнального коммутатора *5—6* (фиг. 437).



Фиг. 437. Схема включения маршрутного реле

При вступленни головы поезда на первую изолированную секцию *а* размыкается цепь реле *Н* и *ПИР* и светофор закрывается; после этого маршрутно-сигнальную рукоятку переводят в положение 45°.

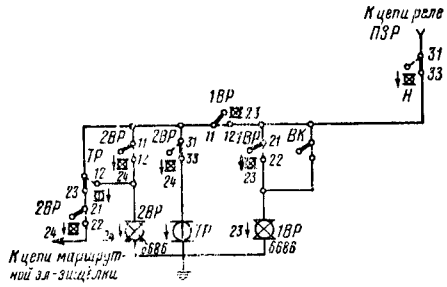
При вступлении головы поезда на вторую изолированную секцию *3* возбуждается замыкающее реле приёма *ПЗР*, которое замыкает цепь реле *МР*.

По освобожденни поездом всех изолированных секций маршрута (за исключением пути приёма) ток попадает в маршрутную электрозащёлку и звонковое реле, и маршрутно-сигнальная рукоятка может быть поставлена в своё нормальное положение.

На свободном от поезда участке приближения маршрут может быть разомкнут поворотом маршрутно-сигнальной рукоятки в нормальное положение; при этом маршрутная электрозащёлка получит питание через горизонтальные контакты *3—4*, фронтовые контакты реле *МР* (которое в этом случае не обесточено, поскольку контакт реле *НИПР* остаётся замкнутым).

При питанин рельсовых цепей переменным током для предупреждения срабатывання реле *ПЗР* при перерывах питающего тока в цепь возбуждения этого реле включают фронтовой контакт аварийного реле *АР* (типа КНР-2).

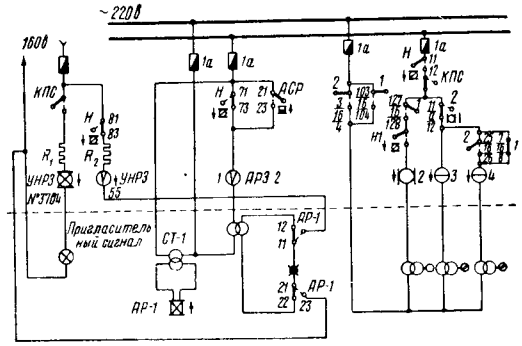
В тех случаях, когда нормальное размыкание маршрута не имеет места (например вследствие повреждения изоляции какой-либо путевой секции), разделку маршрута производят искусственно при помощи термического реле *ТР* и двух вспомогательных реле *1ВР* и *2ВР* (фиг. 438).



Фиг. 438. Схема включения термического реле

Схема включения входного светофора (фиг. 439) удовлетворяет следующим требованиям:

светофор загорается разрешающим огнём лишь при условии поворота соответствующей маршрутно-сигнальной оси на 90° (что достигается включением в цепь разрешающих огней вертикальных 90-градусных контактов соответствующих маршрутно-сигнальных коммутаторов) и возбуждения сигнального управляющего реле *Н* (что является контролем исправностн цепи установки маршрута);



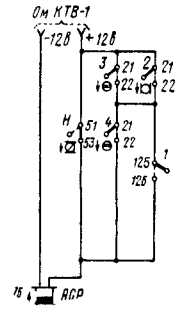
Фиг. 439. Схема включения входного светофора

зелёный огонь загорается лишь при условии горения разрешающего огня на выходном светофоре *Н1*, прн этом обе лампы жёлтого огня выключаются;

при повреждении цепи установки маршрута илн проходе головы поезда за светофор последний автоматнчески закрывается (вследствие выключения сигнального управляющего реле);

лампа красного огня при перерыве переменного тока переключается аварийным реле *АР1* на аварнйное питание от стрелочной или местной аккумуляторной батареи;

красный огонь гаснет только после фактического зажигания разрешающего огня; пригласительный сигнал зажигается при нажатии кнопки *КПС* от стрелочной или местной батареи.



Фиг. 440. Схема включения аварийного сигнального реле

Схема включения аварийного сигнального реле дана на фиг. 440. Реле отпускает свой якорь, если гаснет или не зажигается одна из ламп разрешающих огней.

Схема включения выходного светофора удовлетворяет тем же требованиям, что и схема входного светофора, за исключением того, что лампа красного огня не имеет аварийного питания и отсутствует пригласительный сигнал.

Выбор необходимого светофора из группы сигналов производится 90-градусными контактами маршрутно-сигнальных коммутаторов.

ЭЛЕКТРОЗАЩЁЛОЧНАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ

Централизационный аппарат

Станины централизационных аппаратов изготовляются на 16 мест (*35118*) и на 24 места (*35119*); по длине они не отличаются от аппаратов механо-электрической централизации, ширина же и высота у всех электрозащёлочных аппаратов одинаковая.

На станине устанавливаются стрелочные и маршрутно-сигнальные коммутаторы. Разрез станины по стрелочному коммутатору показан на фиг. 441. На лицевой стороне аппарата располагаются:

а) над каждым стрелочным коммутатором три световых очка: первое сверху — фиолетового цвета (контроль свободного состояния стрелочной секции), второе и третье — матово-белого со знаками «+» и «—» для контроля положения стрелки;

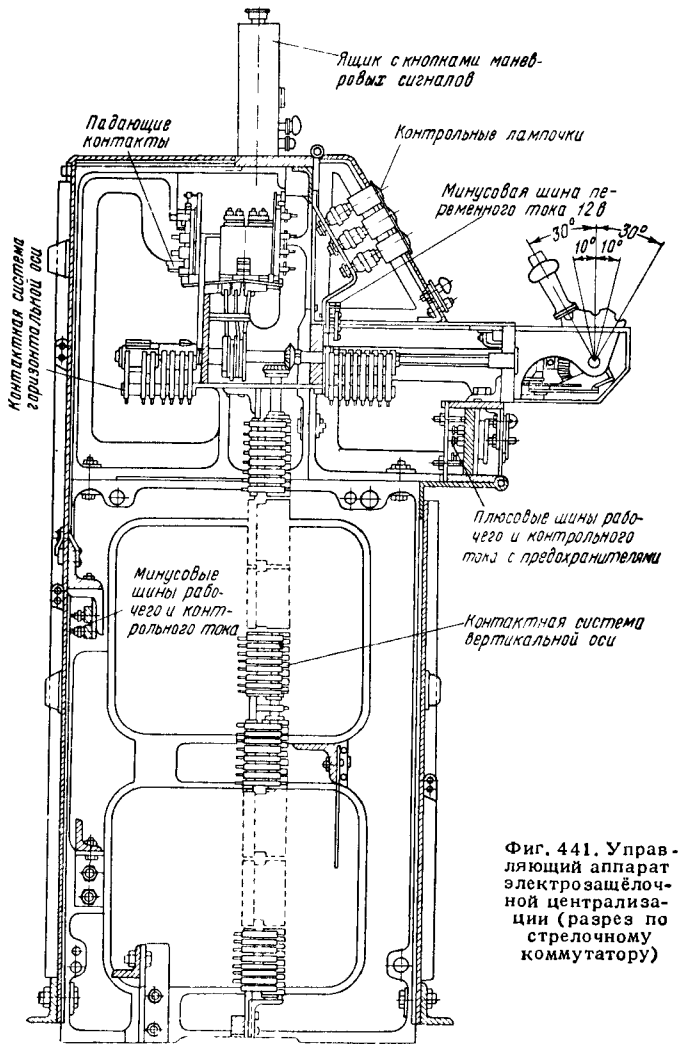
б) над каждым маршрутно-сигнальным коммутатором три световых очка: первое и третье матово-белого цвета (контроль возбуждения защёлок), второе — зелёного (контроль замкнутости маршрута); нормально они не горят.

Контрольные лампочки 5 *вт*, 12 *в*.

Стрелочный коммутатор *35120* (фиг. 442) состоит из: горизонтальной оси *1* с рукояткой *35121*, установленной на кронштейне *1р* (*38746*), прикреплённом к станине винтами *12* и *13*; вертикальной оси *2* (*35135*); электромагнитного поля *35124*, укреплённого на станине винтами *7* с направляющими *8* для замыкающих стержней, прикреплёнными винтами *10*.

На горизонтальной оси размещены контактные валики контрольного тока *19к* и *20к* (эбонитовые) и рабочего тока *21к* (карболитовый); против контактных валиков на горизонтальной полосе устаиовлены колодки *2кк* и *3кк*; комплект *6к* замыкающих шайб (*7—З*, *8—Н*, *9—Н*$_1$, *10—П*$_1$, *11—П*); коническая зубчатка *4к*; упорное кольцо *2к*. Одним (передним) концом горизонтальная ось вставлена в соединительную ось *4р* переводной рукоятки.

Эскизы замыкающих шайб и развёртка их при нормальном положении показаны на фиг. 443.



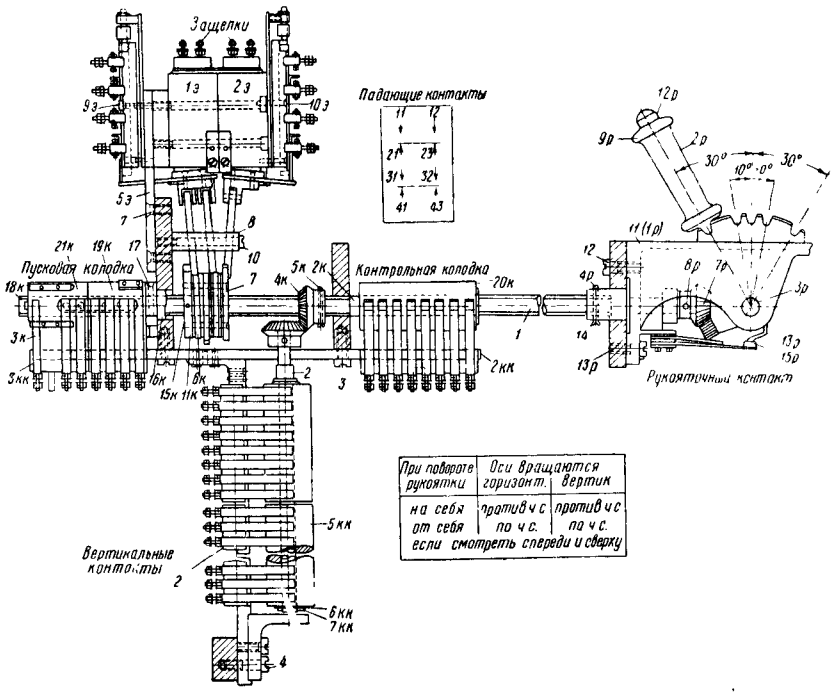
Фиг. 441. Управляющий аппарат электрозащёлочной централизации (разрез по стрелочному коммутатору)

Градусы над вертикальными линиями указывают расположение стержней и выступов шайб относительно нулевой оси; градусы на горизонтальных линиях показывают ход шайб

до грани стержня. Указанные градусы имеют допуск +5°.

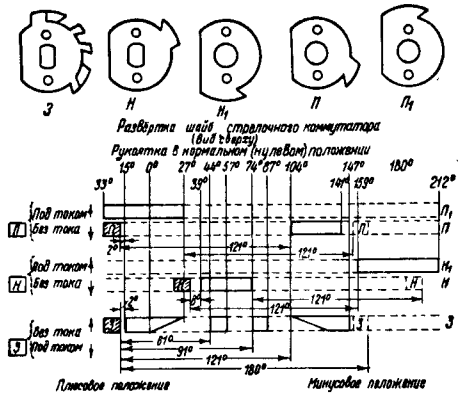
Замыкающие стержни невозбуждённых электромагнитов стрелочного коммутатора должны запирать ось в крайних положениях с зазором между стержнем замыкающего электромагнита и опорной плоскостью зубца замыкающей шайбы 1÷3 *мм*. Зазор между стержнем плюсового электромагнита (а при переведённой оси — минусового) и зубцами соответствующих шайб *Н* (*П*) должен быть 3÷7 *мм*.

При повороте оси на 90±5° стержень невозбуждённой электрозащёлки *3* должен запирать ось с зазором между стержнем и опорной плоскостью впадины замыкающей шайбы с каждой стороны 0,5 *мм* и не более 3 *мм* общего зазора при крайнем положении стержня.

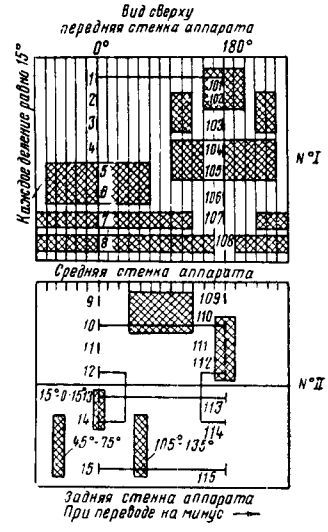


Фиг. 442. Стрелочный коммутатор *35120*

При повороте оси на 120±5° стержни (плюсовый или минусовый) электрозащёлок должны запереть ось от дальнейшего поворота до



Фиг. 443. Эскизы и развёртка замыкающих шайб стрелочного коммутатора



Фиг. 444. Развёртка горизонтальных контактных валиков стрелочного коммутатора

получения контроля о фактическом переводе соответствующей стрелки на плюс или минус.

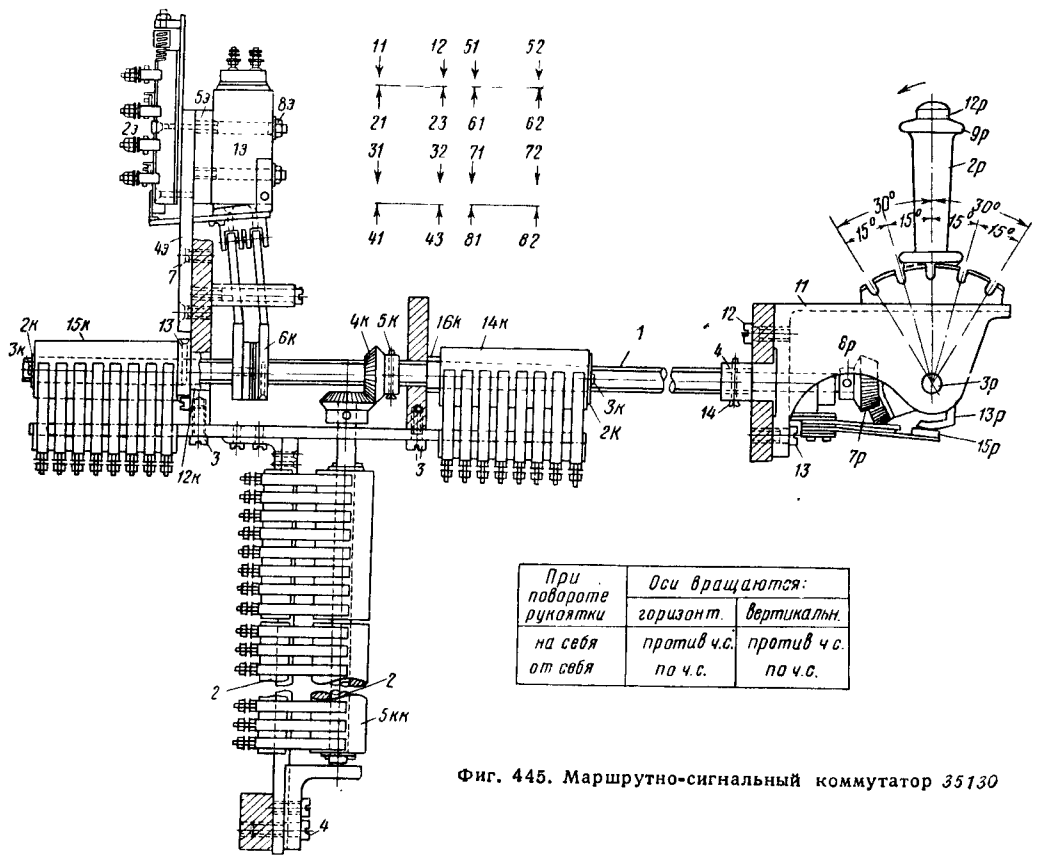
Полный рабочий поворот оси стрелочного коммутатора должен быть 180±5°.

Развёртка горизонтальных коитактиых валиков стрелочного коммутатора показана на фиг. 444.

Стрелочная рукоятка (фиг. 442) по конструкции аналогична стрелочной

Маршрутно-сигнальный коммутатор *35130* (фнг. 445) состонт в основном из тех же частей, что н стрелочный коммутатор.

На горизонтальной оси *1* укреплены контакты *14к* и *15к*, зубчатка *4к*, комплект *6к* за-



При повороте рукоятки	*Оси вращаются:*	
	горизонт.	*вертикальн.*
на себя	*против ч.с.*	*против ч.с.*
от себя	*по ч.с.*	*по ч.с.*

Фиг. 445. Маршрутно-сигнальный коммутатор *35130*

рукоятке механо-электрической централизацин и состоит из рычага *2р* с зубчаткой, надетой на ось *3р*, вставленную в стенкн кронштейна *11(1р)*; на рычаг надета гильза *9р* с пружиной, упирающейся в кнопку *12р*; в гильзу ввинчен стержень *13р*, воздействующий на контактную пружину *15р*.

При переводе рукоятки на себя горизонтальные и вертикальные оси вращаются против часовой стрелки.

Усилие для перевода рукояток должно быть не более 10 *кг*.

У рукоятки предусмотрены следующие фиксированные положения:

0° — плюсовое крайнее положение;

40° — рабочее положение для перевода стрелки с плюса на мннус;

60° — минусовое крайнее положение;

20° — рабочее положение для перевода стрелки с минуса на плюс;

30° — положение для проверки схемы стрелки.

Угол поворота оси в три раза больше угла поворота рукоятки.

Электромагнитное поле состоит из электрозащёлок: двойной и одинарной (стрелочной) и переключателей с падающими контактами.

мыкающих (типов I и II) и промежуточных шайб, упорное кольцо *16к*. Одним концом ось *1* входит в соединительную ось переводной рукоятки.

На вертикальной оси, соединённой с горизонтальной осью при помощи зубчаток, надето восемь контактных валиков, каждый на восемь пар контактных пружин.

Рукоятка имеет фиксированные положения: 0, 15 н 30° в каждую сторону.

Эскизы н развёртка замыкающих шайб типов I н II приведены на фиг. 446.

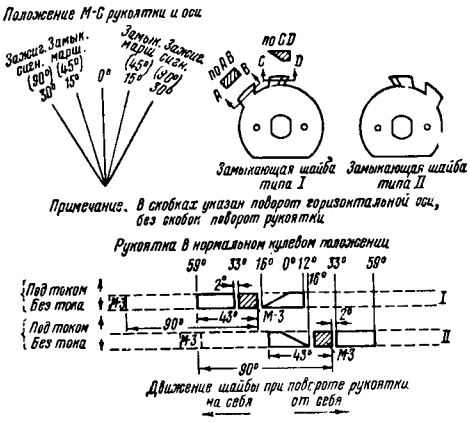
Замыкающие стержни маршрутно-сигнальных коммутаторов при невозбуждённых электрозащёлках должны запирать оси в нормальном положенни с зазором между стержнями и опорными плоскостями впадины замыкающих шайб не менее 0,5 *мм* с каждой стороны стержня и не более 3 *мм* при крайнем полсжении стержня.

При повороте на 40÷50° стержни невозбуждённых электрозащёлок должны запирать ось маршрутно-сигнального коммутатора от обратного поворота.

Электромагниты в электрозащёлках всех типов одинаковы. Их обмотка выполнена из провода маркн ПЭ диаметром 0,31 *мм*, чнсло

витков 3 300, сопротивление 43÷53 *ом*. Напряжение притяжения не более 10,8 *в*, а напряжение отпадания — не менее 15% от величины напряжения притяжения.

Якори электромагнитов должны свободно вращаться на своих осях; люфт вдоль оси вращения должен быть 0,2÷0,8 *мм*. При отпавшем якоре зазор между ним и корпусом



Фиг. 446. Эскизы и развёртка замыкающих шайб маршрутно-сигнального коммутатора

электрозащёлки с лицевой стороны должен быть 3÷4 *мм*, с задней — 0,1÷0,5 *мм*; при притянутом якоре этот зазор должен быть не менее 0,25 *мм*; задний конец якоря может упираться в торец гнезда.

Упорная прокладка якоря при отпавшем его положении должна прикрывать головку упорного винта не менее чем на 1,5 *мм* при наибольшем перекосе якоря.

Замыкающие стержни электромагнитов должны свободно передвигаться в шлицах направляющих планок; зазор между ними должен быть 0,2÷0,4 *мм*; замыкающие стержни должны запирать оси, упираясь в зубцы соответствующих шайб по глубине зубца не менее чем на 4 *мм* и по ширине зубца не менее чем на 3,5 *мм*; при невозбуждённых электромагнитах зазор между стержнями и опорными плоскостями замыкающих шайб должен быть не менее 0,5 *мм* с каждой стороны стержня и не более 3 *мм* при крайнем положении стержня.

Набор замыкающих шайб стрелочных и сигнальных коммутаторов должен быть прочно скреплён винтами так, чтобы исключалась возможность смещения их относительно друг друга.

Падающие контакты должны быть отрегулированы так, чтобы зазор между серебряной наклёпкой пружины и контактным штифтом при разомкнутом контакте был не менее 2 *мм*; давление между контактами должно быть не менее 4 *г*, а переходное сопротивление — не более 0,1 *ом*. При смыкании контактов серебряная наклёпка пружины должна полностью перекрывать торец контактного штифта.

При возбуждении электромагнита током полного притяжения фронтовые контакты поля должны смыкаться одновременно; то же относится к тыловым контактам при токе отпадания.

Подвижная планка падающих контактов должна свободно перемещаться в своей направляющей; зазор между планкой и плоскостью направляющей должен быть 0,4÷÷1,0 *мм*.

Холостой ход рукоятки допустим в пределах ±2° от её фиксирующего положения.

Рукояточный контакт при крайних положениях рукоятки должен быть разомкнут; зазор между контактными пружинами должен быть не менее 2 *мм*; давление между ними не менее 30 *г*; переходное сопротивление не более 0,1 *ом*.

Точность замыкания контактов должна быть в пределах +5° относительно углов замыканий, указанных в чертежах контактных колодок или в схемах.

Контактные пружины неподвижных колодок должны смыкаться с контактными пластинами на валиках по всей своей ширине и не смещаться (в осевом направлении) за пределы этих последних.

Зазор между контактными пружинами и соответствующими контактными пластинами при разомкнутом контакте должен быть не менее 2 *мм*; перекрытие контактной пружиной соответствующей пластины должно быть не менее 2 *мм*. Давление контактной пружины на контактную пластину должно быть 100÷÷300 *г*.

Люфт горизонтальной и вертикальной осей в направлении их вращения, измеренный по краю контактного валика, должен быть не более 0,5 *мм*, продольный — также не более 0,5 *мм*. Конические шестерни должны быть закреплены на осях плотно, без всякой качки.

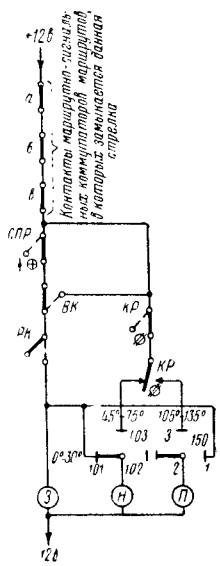
Основные схемы токопрохождения

Стрелочные электрозащёлки (фиг. 447) возбуждаются только при условии:

а) нормального положения маршрутно-сигнальных рукояток всех маршрутов, в которые входит данная стрелка (нулевые контакты их *а*, *б*, *в* замкнуты);

б) свободности от подвижного состава стрелочной секции (фронтовой контакт реле *СПР* замкнут);

в) замыкания рукояточного контакта *РК*.

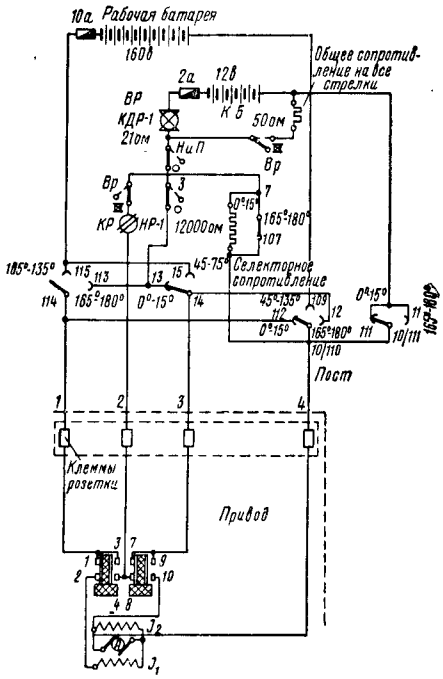


Фиг. 447. Схема включения стрелочных электрозащёлок

При повороте стрелочной рукоятки от нормального положения на 40° (т. е. оси на 120°) и при наличии тока в контрольном реле возбуждается электрозащёлка *П*; при обратном повороте оси на 120° (т. е. при 60° от нулевого положения) возбуждается электрозащёлка *Н*.

Схема включения стрелочного электропривода одиночной стрелки показана на фиг. 448.

В качестве контрольного реле применено реле типа НР-1 1 000 *ом*, последовательно с которым включено взрезное реле *ВР* типа КДР-1 сопротивлением 21 *ом*. Контрольная



Фиг. 448. Схема включения стрелочного электропривода

цепь проходит + 12 *КБ* через обмотку реле *ВР*, падающие контакты защёлок *Н*, *П* и *З*, (с целью проверки замыкания рукоятки защёлками), контакт 0 — 15° рукоятки, провод *3*, автопереключатель, провод *2*, обмотку реле *КР*, контакт *ВР*, контакт 0 — 15° (или 165—180° при минусовом положении рукоятки) и через второй контакт 0—15° (или 165—180°) к минусу контрольной батареи. Якорь реле *ВР* не притянется из-за малой силы тока.

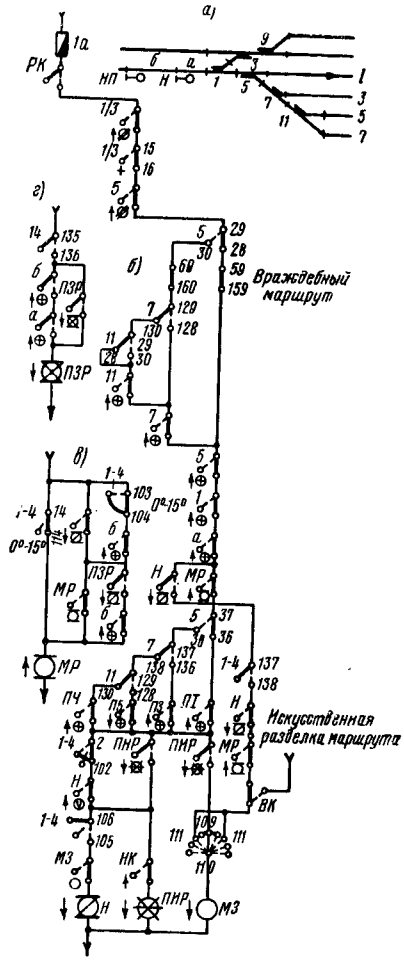
Контакт контрольного реле *КР* вводится в цепь установки маршрута, а также и в цепь защёлок. Электродвигатель привода нормально отключён от рабочей батареи и зашунтирован по проводам *1* и *4* или по проводам *3—4* при минусовом положении стрелки.

При взрезе стрелки реле *КР* лишается тока вследствие размыкания контактов *7—8* автопереключателя (провод *2*). Одновременно по проводу *3* от контрольной батареи образуется новая цепь для реле *ВР*, проходящая через его обмотки и двигатель привода.

Реле *ВР* размыкает своим вторым контактом контрольную цепь. Лишение тока реле *ВР* может быть произведено только (после срыва пломбы) специальной кнопкой, контакт которой введён в цепь *ВР*. Таким способом достигается оформляемый контроль взреза стрелки без перегорания контрольного предохранителя.

В момент нахождения стрелочной рукоятки в положении 45—75° реле *КР* будет находиться под током от рабочей батареи (по проводам *3* и *2*), но так как контакты 0—15° и 165—180°, шунтирующие омическое сопротивление, будут разомкнуты, то последнее будет ограничивать силу тока в контрольной цепи до 0,012 *а*. В дальнейшем размыкается и эта цепь; при положении рукоятки на 135° включается двигатель (по проводам *1* и *4*). После окончания перевода стрелки двигатель выключается и контрольное реле по проводам *1* и *2* окажется снова под током (0,012 *а*) от рабочей батареи, достаточным для притяжения реле *КР*. При доведении рукоятки до положения 180° создаётся нормальная цепь, построенная аналогично контрольной цепи плюсового положения.

Схема спаренной стрелки построена по тем же принципам, что и для одиночной.



Фиг. 449. Схема установки и разделки группы маршрутов приёма

Схема установки и разделки группы маршрутов приёма (фиг. 449) составлена с соблюдением тех же требований, что и схема механоэлектрической централизации. Выбор отдельных цепей, соответствующих отдельным маршрутам группы, выполняется вертикаль-

ными контактами соответствующих стрелочных коммутаторов.

Маршрутная электрозащёлка при нормальном положении рукоятки включена через контакты *109—110* подобно сигнальной электрозащёлке механо-электрической централизации, а при повёрнутой на 60° оси — подобно маршрутной электрозащёлке.

Для обеспечения указанных зависимостей в схему включаются следующие контакты: рукояточный *РК*; фронтовые контакты контрольного реле всех стрелок, входящих в маршрут, и охранных; вертикальные контакты стрелочных коммутаторов тех же стрелок, замкнутые в положениях, соответствующих положению стрелки в маршруте; контакты стрелок, на которых отдельные маршруты в группе разветвляются и входят как переключающие. Все эти контакты контролируют не только правильное положение стрелки, но и крайнее положенне стрелочной рукоятки. Кроме перечисленных контактов, включаются ещё следующие: нулевые контакты маршрутно-сигнальных коммутаторов враждебных маршрутов и коммутаторов передачи стрелок на местное управление; фронтовые контакты путевых реле всех изолированных секций маршрута, причём в маршрутах прнёма контакт путевого реле путн приёма включается по порядку последнпм (через нзбнрающне направление контакты соответствующих стрелочных коммутаторов, фронтовой контакт маршрутного реле); нормально замкнутый, с параллельно ему включённым тыловым контактом сигнального реле, нормально разомкнутым; горизонтальные контакты своего маршрутно-сигнального коммутатора *9 — 10 —11* или *109—110—111*, которые после поворота оси от 0 до 15° выключают электрозащёлку из схемы разрешения поворота маршрутно-сигнальной рукоятки, а при 60—30° включают эту электрозащёлку в цепь размыкания маршрута.

В этой же цепи осуществляются и зависимости между враждебными маршрутами.

Особенность схемы группы маршрутов отправления заключается в наличии в цепи контакта линейно-сигнального реле *ЛСР*.

Особенностью электрозащёлочной централизации является возможность составлять поездные маршруты из маневровых. В этом случае в цепь сигнального управляющего реле включаются контакты на маршрутно-сигнальных коммутаторах соответствующих маневровых маршрутов и самого поездного маршрута; контакты реле *ПИР* всех этих маршрутов (возбуждённое состояние реле *ПИР* маневровых маршрутов свидетельствует о том, что соответствующие изолированные секции пути и положение стрелок проконтролированы); контакты путевых реле секций, не проконтролированных в маневровых маршрутах, а также взрезные контакты не проконтролированных там стрелок; тыловые контакты сигнальных управляющих реле маневровых маршрутов и маршрутных электрозащёлок всех маршрутно-сигнальных коммутаторов и 90-градусный контакт данного поездного маршрутно-сигнального коммутатора.

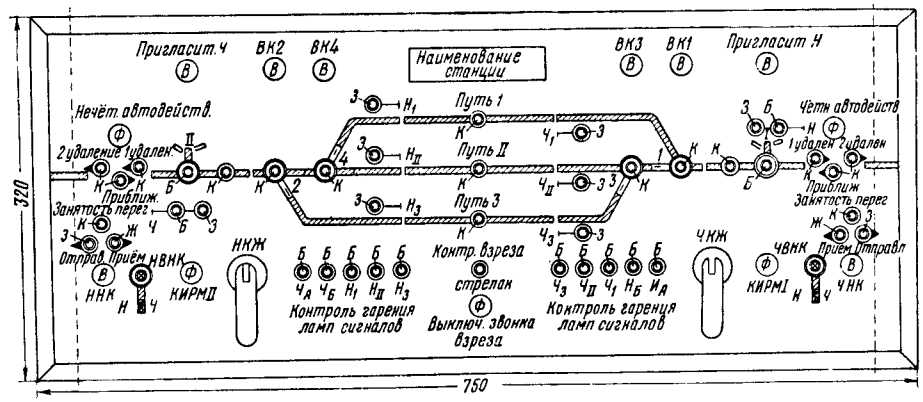
РЕЛЕЙНО-ШАГОВАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ

Пульт-табло и шаговые реле

За последние годы ЦНИИ МПС разработана новая система электрической централизацнн, получнвшая название релейно-шаговой централизации РШЦ.

Особенностью указанной снстемы является применение пульт-табло с управляющими рукоятками, расположенными непосредственно на схеме путей аппарата, н шаговых реле, представляющих собой коммутаторы барабанного тнпа, аналогичные коммутаторам аппарата электрозащёлочной централизацин, поворачиваемых при помощи электромоторов и специальной передачи, состоящей из двух вспомогательных реле и храповиков.

Пульт-табло РШЦ для примерной станпии показан на фиг. 450.



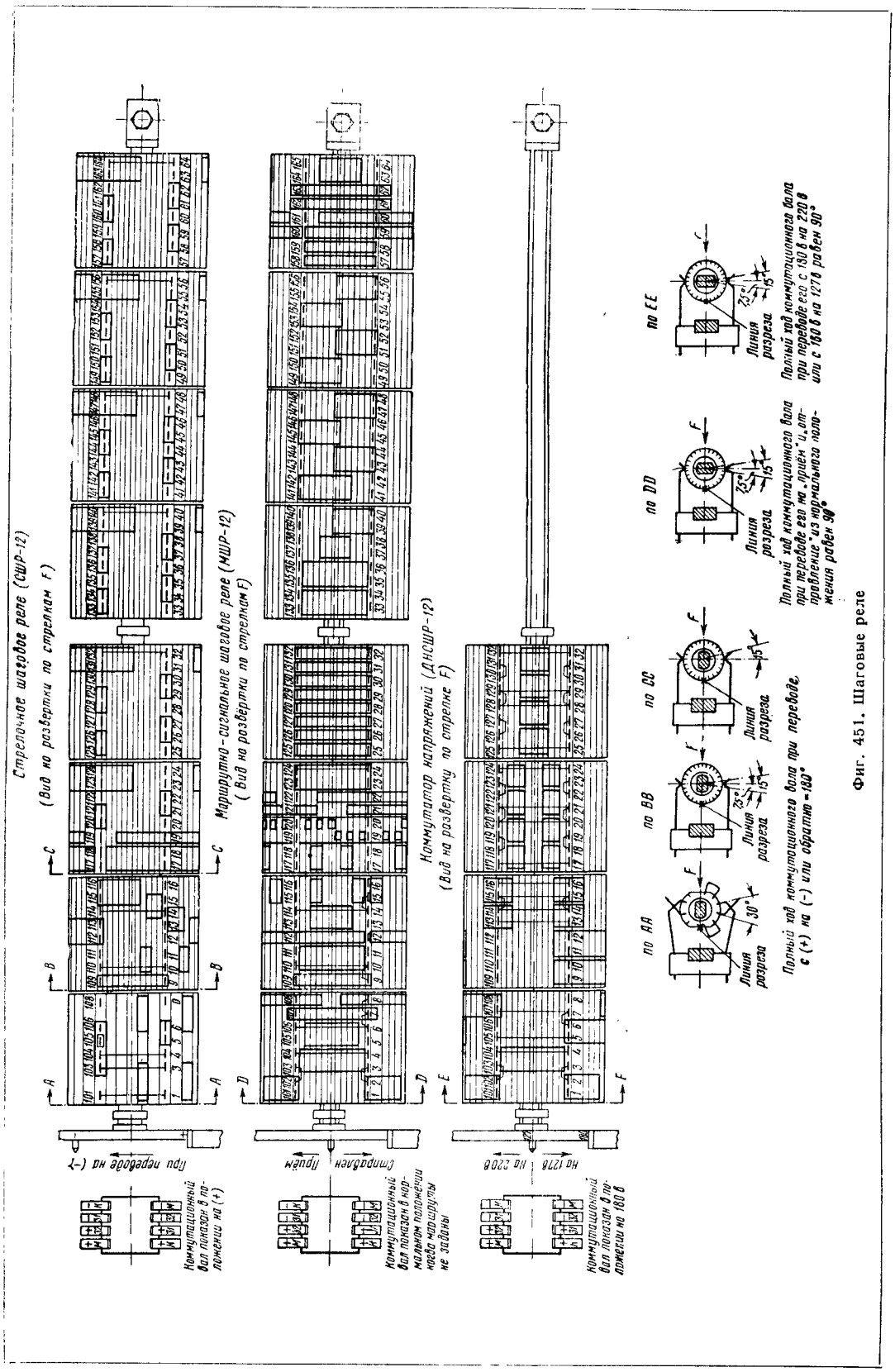
Фиг. 450. Пульт-табло релейно-шаговой централизации

Развёртки шаговых реле типа СШР-12 (стрелочное) н МШР-12 (маршрутное), а также коммутатора напряжений (ДНСШР-12) показаны на фиг. 451.

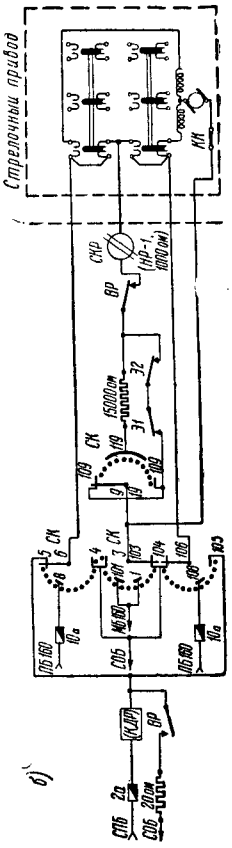
Основные схемы токопрохождения

Схема включения стрелочного коммутатора одиночной стрелки показана на фиг. 452, *а*.

Схема включения электропривода одиночной стрелки изображена на фиг. 452, *б*, спаренных стрелок—на фиг. 453.



Фиг. 451. Шаговые реле



Фиг. 452. Схема включения коммутатора и электропривода одиночной стрелки

Фиг. 453. Схема включения электропривода спаренных стрелок

Фиг. 454. Схема установки и размыкания маршрутов приёма и отправления

Для управления и контроля стрелки при РШЦ применены: стрелочная рукоятка на два положения *СКП* (фиг. 452 и 453), плюсовый и минусовый электромагниты (*Э1* и *Э2*), стрелочный коммутатор *СК* (СШР-12), стрелочное контрольное реле *СКР* (НР-1), взрезное реле *ВР* (КДР), ограничивающее сопротивление 15 000 *ом* и электропривод СПВ-3 с мотором на 100 *в*.

Для управления и контроля как одиночной, так и спаренных стрелок требуется четыре провода.

С поворотом стрелочной рукоятки замыкается цепь соответствующего электромагнита и мотора стрелочного коммутатора и размыкается цепь питания контрольного реле *СКР*. С поворотом коммутатора производится посылка тока в электродвигатель привода СПВ-3.

После перевода стрелки рабочий ток попадает в обмотку контрольного реле *СКР*, и последнее, возбуждаясь, обеспечивает перевод коммутатора до конечного положения.

Схема установки и размыкания поездных маршрутов показана на фиг. 454 и удовлетворяет всем основным технико-эксплоатационным требованиям *ЭЦ*.

В схему установки маршрута включены необходимые контакты, обеспечивающие безопасность движения: контакты стрелочных контрольных реле (*СКР*), стрелочных изолированных участков (*СПР*) и путей (*ПР*).

Один маршрутный коммутатор используется для маршрутов приёма (возбуждается электромагнит приёма *ЭП*) и отправления (*ЭО*) с соответствующим поворотом коммутатора в ту или другую сторону (т. е. по или против часовой стрелки).

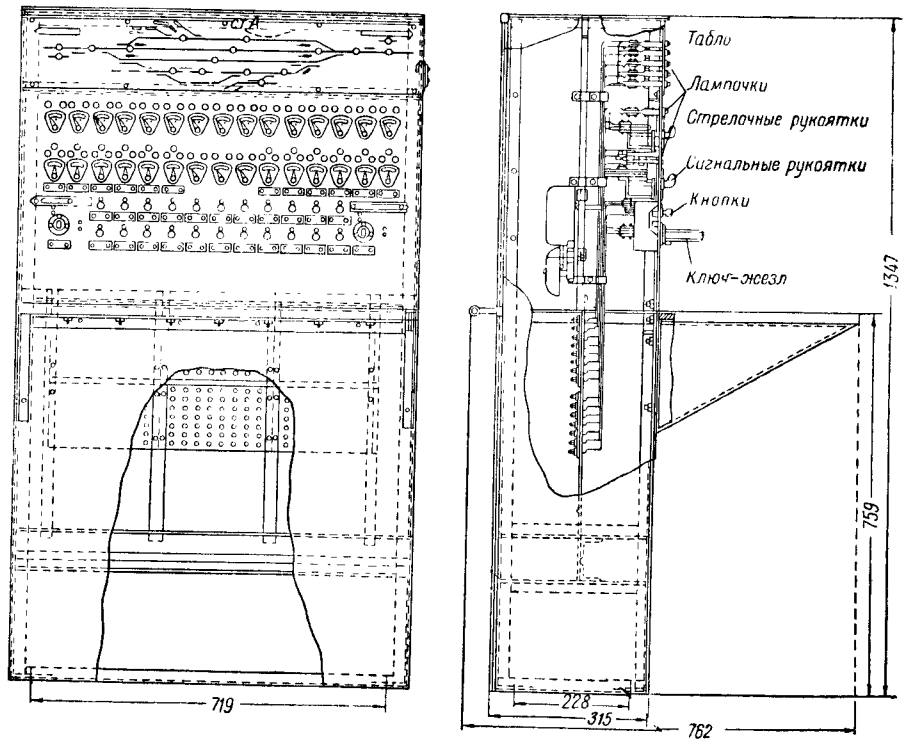
Реле *МКПР* — маршрутное контрольное противоповторное реле.

РЕЛЕЙНАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ

Унифицированный пульт

Унифицированный пульт (фиг. 455) применяется как для релейной централизации, так и для автоблокировки.

Типы унифицированных пультов указаны в табл. 111.



Фиг. 455. Унифицированный пульт

Пульт *I* (черт. 10442) имеет размеры: длина 850 *мм*, ширина 330 + 450 *мм* (стол), высота 1 390 *мм*, табло (на 7 путей) 850 × × 245 *мм*²; пульт II (черт. 10443): длина 1 200 *мм*, ширина 330 + 450 *мм* (стол), высота 1 585 *мм*, табло (на 11 путей) 1 200 × × 345 *мм*².

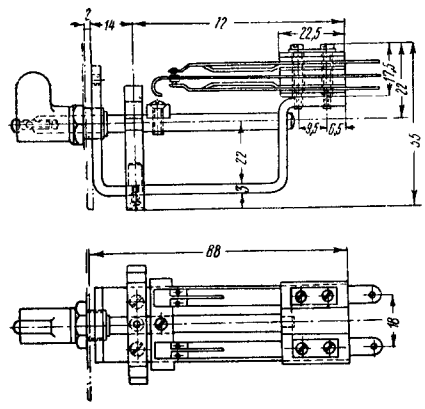
Пульт состоит из каркаса 10442А из листовой стали 1,5 *мм* и табло с металличе-

Таблица 111

Типы унифицированных пультов

Тип пульта	Количество мест	Количество рукояток: стрелочных	Количество рукояток: сигнальных	Количество кнопок	Чертёж
I А-Б	15	—	4—8	8—16	10442
I В-Г	15	8—18	6—12	16—21	10442
II	22	26	18	32	10443

ским столом с фибровой панелью; рукояток: стрелочных *7632* (фиг. 456) на два положения и сигнальных *7630* на три положения; нажимных кнопок: западающих *7634* (с фиксацией) и незападающих *7635* (без фиксации); замков *7608* (фиг. 457) с ключами-



Фиг. 456. Стрелочная рукоятка *7632*

жезлами *10250* для хозяйственных поездов и толкачей, обычно два на аппарат; патронов *ж-33220* с контрольными лампочками; звонков; клемм *7225а* на 12 штырей; кабельных муфт.

В пульте можно устанавливать реле типов НР-1 и УНР, выпрямители, реостаты на 14 и 40 *ом*, контрольные стрелочные замки Мелентьева *10386*.

При эксплоатации пульта надлежит придерживаться следующих технических норм.

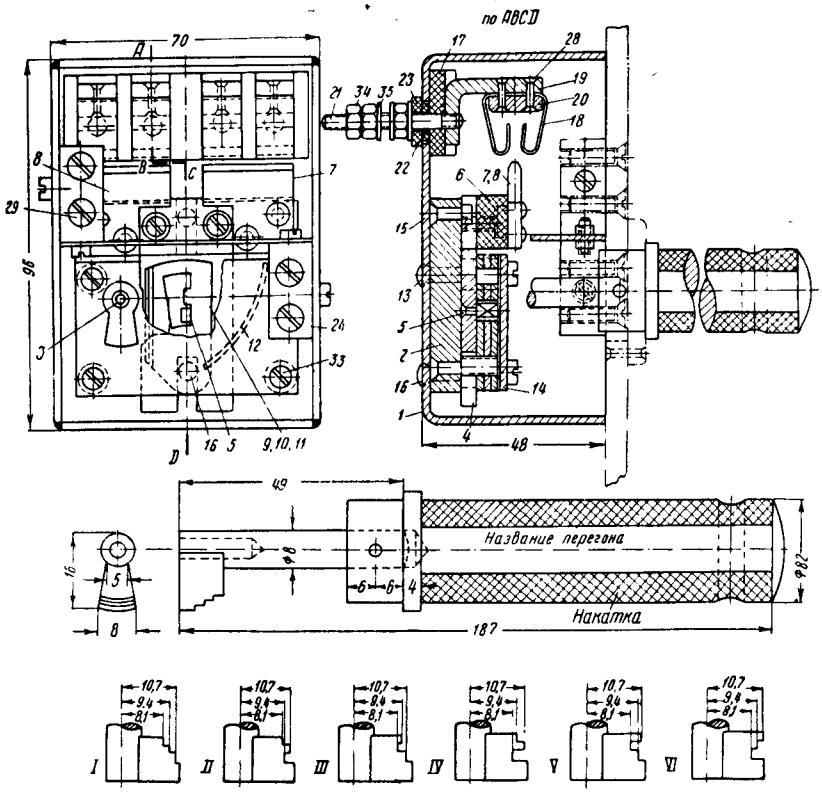
Контактная система управляющих рукояток и кнопок должна обеспечивать надёжный контакт со скольжением не менее 0,25 *мм*; нормальный зазор между наклёпками на контактных пружинах должен быть не менее 2 *мм*. При замкнутых фронтовых контактах зазор между контактной и упорной пружинами должен быть не менее 0,75 *мм*. Нажатие контакта на упорную пружину должно быть не менее 20 *г*.

Контрольные лампочки — нормальные телефонные коммутаторные на 24 *в*.

Для электрических соединений внутри аппарата служат гибкие медные проводники сечением не менее 0,2 *мм*^{2} марки МГШДО, МГБДО или ПЭБДЛО. Провода должны быть аккуратно собраны в жгуты и перевязаны пропитанной парафином или воском бечёвкой

Там, где жгут расположен вблизи металлических частей или подвержен механическим повреждениям, он должен быть тщательно обмотан изолировочной лентой или пресс-шпаном.

Пайки внутри аппарата должны быть выполнены исключительно с применением канифоли или раствора её в денатурированном спирте.



Фиг. 457. Замок *7608* с ключом-жезлом *10250*

Применение кислоты и паяльных паст не допускается.

Замок для ключа-жезла хозяйственных поездов и толкачей (фиг. 457) имеет следующую конструкцию. К корпусу *1* при помощи расклёпанных винтов *33* прикреплён сам замок с основанием *2*, стойкой *3* для ключа и крышкой *14*. К ригелю *4* с замыкающим штифтом *5* прикреплены контактные ножи — правый *7* и левый *8* на гетинаксовой прокладке *6*; тип замка определяется подбором трёх цугальт *9*, *10* и *11*. Для осуществления контактов служат контактные пружины *18*, укреплённые заклёпками *28* на стойках *19* с подкладками *20*; стойки прикреплены к гетинаксовой планке *17* шпильками *21* с эбонитовыми шайбами *22* и *23*, гайками *34* и шайбами *35*; планки *24* служат для прикрепления замка к стенке аппарата при помощи винтов *29*. Штифты *15* и *16* — направляющие для ригеля, а штифт *16* одновременно служит и осью для цугальт.

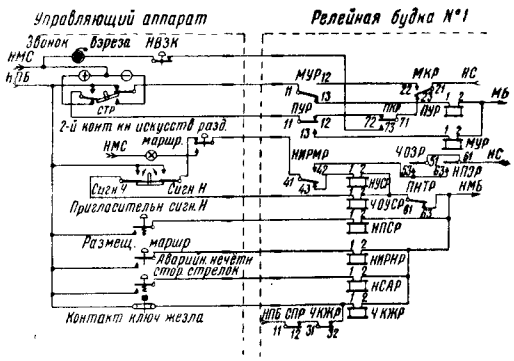
Форма одного из шести типов ключей-жезлов приведена на фиг. 457.

Ход ригеля должен быть 8,5÷9,5 *мм*. Суммарный зазор между цугальтами и крышкой должен быть выдержан в пределах 0,1÷0,5 *мм*. При повороте ключа штифт *5* должен быть отперт цугальтами до начала перевода ригеля. Суммарный зазор между стенками выреза в цугальтах и штифтом *5* должен быть 0,3÷÷6,8 *мм*.

Пружины *12* должны давать нажатие, обеспечивающее запирание штифта цугальтами, но не должны затруднять поворот ключа.

Основные схемы токопрохождения

Схема управления стрелкой состоит из двухпроводной цепи включения управляющих реле *ПУР* и *МУР* (фиг. 458).

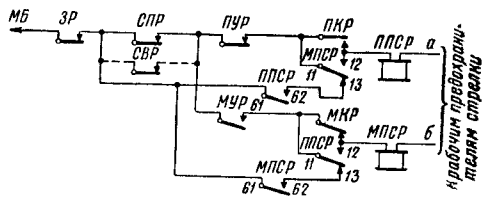


Фиг. 458. Схема включения управляющих реле

Цепи включения пусковых стрелочных реле *ППСР* и *МПСР* показаны на фиг. 459.

Питающие провода являются общими для группы стрелок.

В этой схеме: контакт *СПР* (стрелочного путевого реле) исключает возможность перевода стрелки под составом; контакт *ЗР* (замыкающего реле) осуществляет замыкание стрелки в маршруте; фронтовые контакты *ППСР* и *МПСР* обеспечивают полный перевод стрелки при наезде подвижного состава на стрелочную изолированную секцию в момент перевода стрелки, а также возможность возвращения стрелки в исходное положение после начавшегося перевода (при свободной стрелочной секции); контакты *ПКР* и *МКР* (плюсового и минусового контрольных реле) выключают пусковое реле по окончании перевода стрелки.



Фиг. 459. Схема включения пусковых реле

Схемы включения стрелочного электропривода применяются: девятипроводная (фиг. 460 и 461), четырёхпроводная (фиг. 462 и 463) и четырёхпроводная с магистральным питанием (фиг. 464).

Все схемы удовлетворяют основным требованиям, предъявляемым к схемам включения стрелок электрической централизации.

При нормальном положении рабочие провода отключены от источника тока контактами пусковых реле; таким образом, случайное сообщение рабочего провода с проводом, несущим напряжение рабочей батареи, не может вызвать перевода стрелки.

В схеме включения спаренных стрелочных электроприводов в цепь пусковых реле включены контакты путевых реле *СПР* обеих стрелочных секций.

Схема управления светофорами состоит из цепи включения управляющих сигнальных реле *ЧУСР* и *НУСР* типа УНР-1 или НР-1 (фиг. 465), обычно размещаемых вблизи светофоров в релейных будках и шкафах. Схема включения сигнальных реле маршрутов приёма изображена на фиг. 466, где реле *ЧГСР* — приёма чётных поездов на *I* главный путь по одному жёлтому огню светофора *Ч*; реле *ЧБСР* — то же на *II* главный и боковые пути по двум жёлтым огням того же светофора.

Кроме возбуждения управляющих сигнальных реле *ЧУСР* замыкание цепи сигнального реле поставлено в зависимость от выполнения следующих условий:

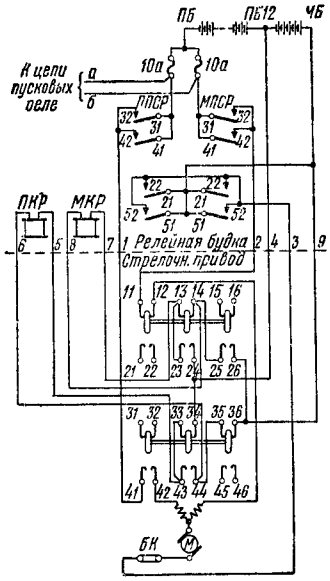
а) свободности приёмных путей — замкнутые контакты путевых реле *1ПР*, *2ПР* или *3ПР*;

б) правильного положения стрелок в маршруте — замкнутые фронтовые контакты контрольных реле *ПКР* или *МКР* стрелок, входящих в маршрут;

в) свободности всех промежуточных и стрелочных секций, входящих в маршрут, — замкнутые фронтовые контакты путевых реле *ПР* и стрелочных путевых реле *СПР*;

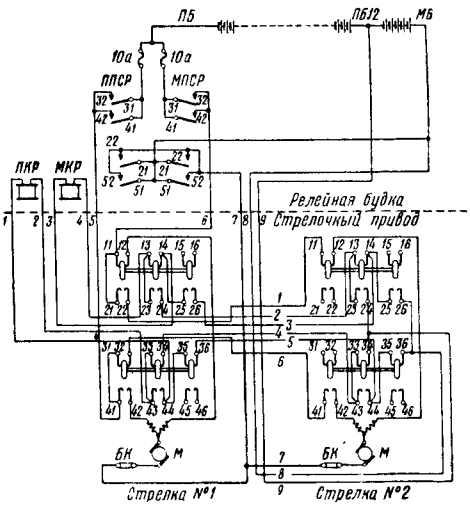
г) отсутствия враждебных (встречных) маршрутов — замкнутый фронтовой контакт исключающего реле *НИР*;

д) отсутствия искусственного размыкания маршрута — замкнутый тыловой контакт реле *ЧИРМР* и термического *ЧТР*.

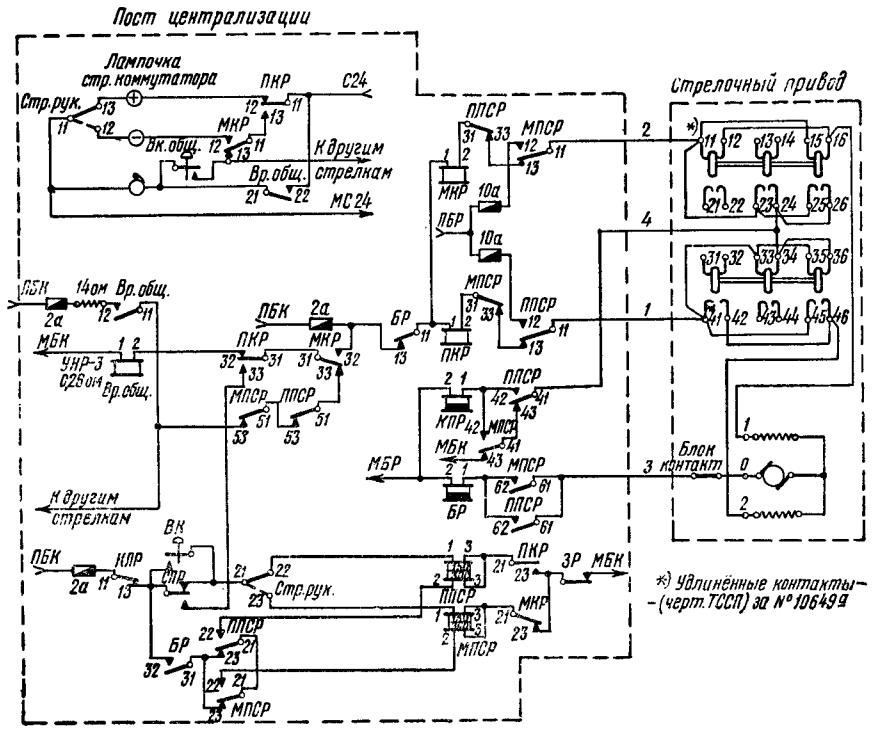


Фиг. 460. Девятипроводная схема включения электропривода одиночной стрелки

приёма на главный путь одновременно возбуждено реле *ПЧГСР* — повторитель сигнального реле выходного светофора с главного *I* пути, то возбуждены оба реле — и *ЧГСР*, и *ЧБСР*.



Фиг. 461. Девятипроводная схема включения электроприводов спаренных стрелок

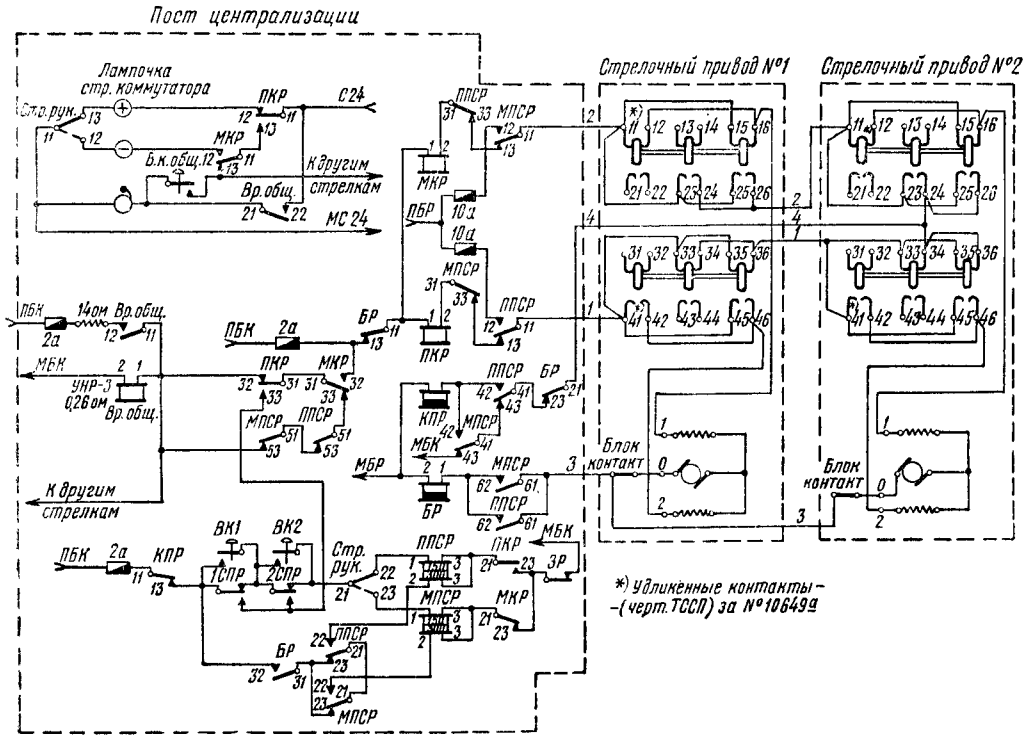


Фиг. 462. Четырёхпроводная схема включения электроприводов спар нных стрелок

Если стрелки находятся в положении для приёма на *I* путь, то возбуждается реле *ЧГСР*; при приёме на боковой путь — реле *ЧБСР*. Если при установленном маршруте

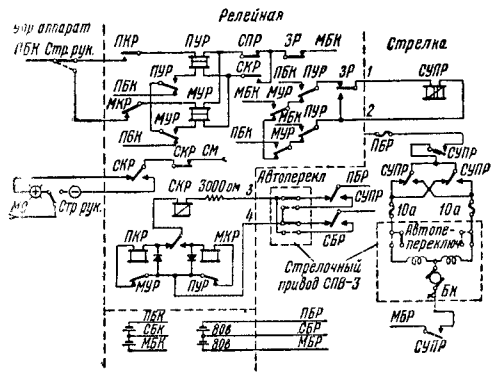
Основными реле, обеспечивающими все необходимые маршрутные замыкания, являются: реле замыкания маршрута приёма *ПЗР*, отправления *ОЗР* и маршрутное реле *МР*.

Схема включения *ПЗР* и *МР* для маршрутов приёма по так называемой трёхкаскадной схеме (наиболее распространённой в устройствах релейной централизации проектирования 1937 г.) дана на фиг. 467.



Фиг. 463. Четырёхпроводная схема включения привода одиночной стрелки

С возбуждением сигнального реле *ЧГСР* или *ЧБСР* обесточивается реле *ЧПЗР*, которо размыкает цепи пусковых реле стрелок,



Фиг. 464. Схема включения электропривода с магистральным питанием

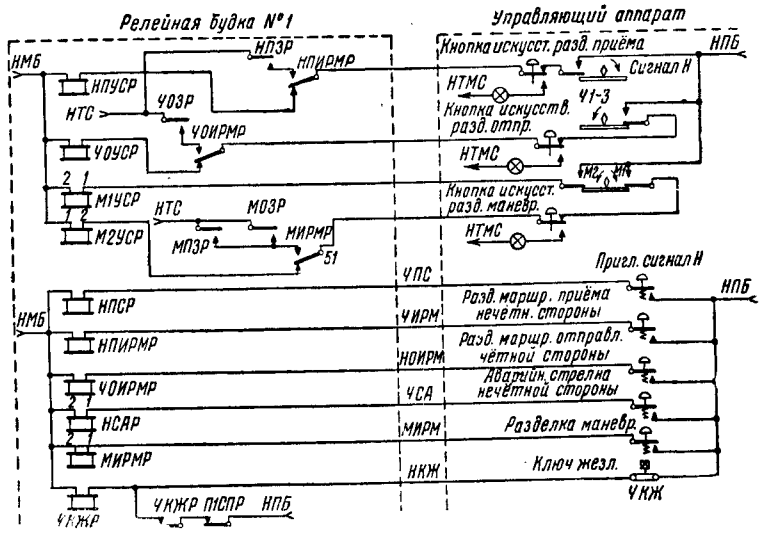
входящих в данный маршрут; если при этом участок приближения свободен, реле приближения *ЧИПР* под током, то оба маршрутных реле *1МР* и *2МР* — под током. Таким образом, маршрут может быть разомкнут поворотом сигнальной рукоятки в закрытое положение; при этом обесточится сигнальное реле и возбудится реле *ЧПЗР*

Если участок приближения занят, то реле *ЧИПР* и оба маршрутных реле будут без тока; в этом случае маршрут может быть разомкнут или поездом или искусственным путём. При вступлении поезда на первую изолированную секцию за светофором возбуждается реле *1МР*; при вступлении поезда на следующую изолированную секцию и по освобождении первой возбуждается реле *2МР*, которое становится на самозамыкание. По освобождении всех изолированных секций возбуждается и становится на самозамыкание реле *ЧПЗР*.

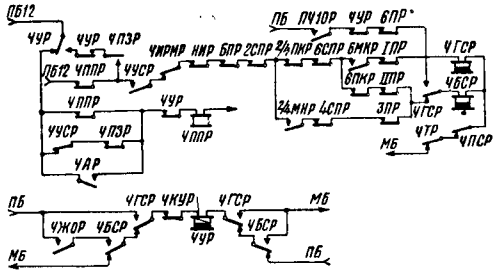
Схема включения маршрутного реле для маршрутов отправления аналогична описанной.

Схема искусственного размыкания изображена на фиг. 468. Для соблюдения полного цикла работы термического реле (нагревание и охлаждение) необходимо включить нормально замкнутый контакт термического реле в цепи замыкающего и сигнального реле.

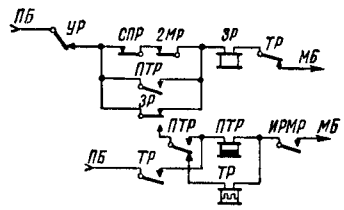
Схема маршрутных зависимостей дана на фиг. 469; в ней контактами замыкающего реле *ПЗР* и маневрового сигнального реле *МСР* обесточивается враждебность между маршрутами обоих концов станции, а контактами контрольных реле — выбор этой враждебности по путям. Например, при постановке маршрута приёма на *I* путь по светофору *Н* обесточивается реле *НПЗР* и при переведённой стрелке *6*



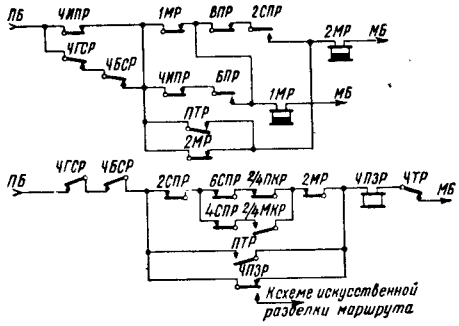
Фиг. 465. Схема включения управляющих сигнальных реле



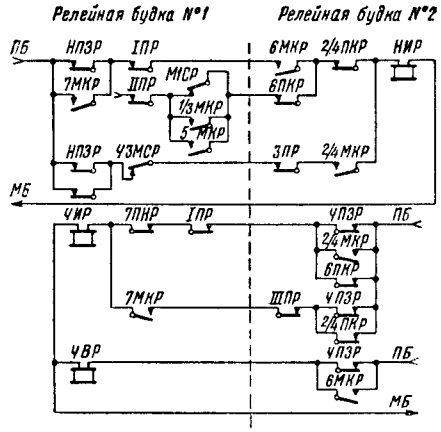
Фиг. 466. Схема включения сигнальных реле



Фиг. 468. Схема искусственного размыкания маршрутов



Фиг. 467. Схема включения маршрутно-замыкающих реле

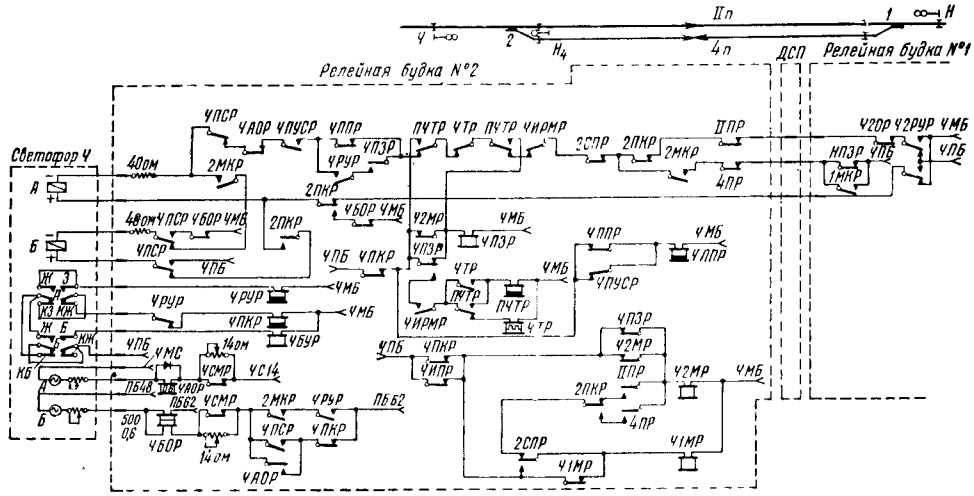


Фиг. 469. Схема маршрутных зависимостей

размыкает цепь исключающего реле *НИР*, которое в свою очередь размыкает цепь сигнального реле приёма поезда встречного движения.

Пульт управления МРЦ

Пульт МРЦ примерной станции показан на фиг. 472. Задание любого маршрута осуще-


Релейная будка №2
Релейная будка №1
Светофор Ч
ЧПСР
ЧЛОР
ЧПУСР
ЧПЗР
ЧРУР
ЧПКР
ЧБОР
ЧМБ
ЧПБ
ЧУ2МР
ЧПР
ЧТР
ЧПУСР
ЧИРМР
ЧУ1МР
ЧГОР
Ч2РУР
НПЗР
ЧЛР
ЧЛБ
ЧЛОР
ЧМС
ЧСМР
ЧС14
ЧБУР
ЧЛОБ
ЧЛПР
ЧЛЛР
ЧЛЛПР
ЧЛЛЛР
ЧЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛР
ЧЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛЛПР
ЧЛЛР
ЧЛЛПР
ЧЛЛЛР
ЧЛЛЛПР
ЧЛЛР
ЧЛЛПР
ЧЛЛЛР
ЧЛЛЛПР
ЧЛЛР
ЧЛ

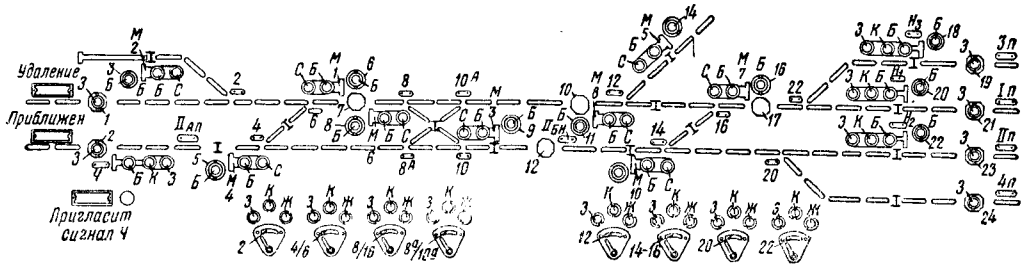
ка линз сигнальных и стрелочных контрольных лампочек (*з*, *ж*, *к*, *б* и *с*).

Основные схемы токопрохождения

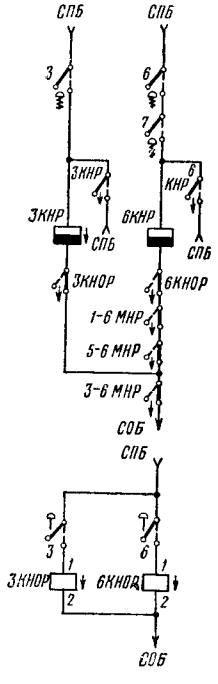
Схема включения кнопочных реле *КНР*, возбуждаемых при нажатии маршрутных кнопок на пульте, показана на фиг. 473.

Схема включения пусковых стрелочных реле при электроприводах постоянного тока показана на фиг. 475.

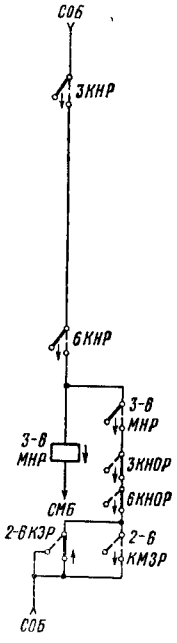
Схема включения пусковых реле при электроприводах переменного тока показана на фиг. 476, *а*, а включение контрольного поляризованного реле и самих электроприводов — на фиг. 476, *б*.



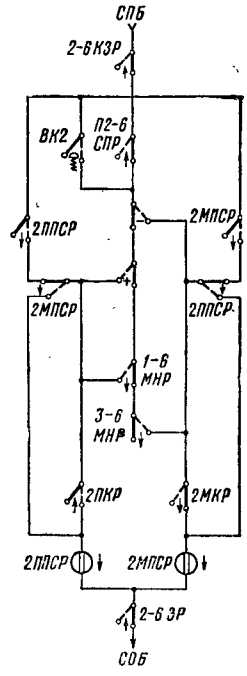
Фиг. 472. Пульт маршрутной централизации



Фиг. 473. Схема включения кнопочных реле



Фиг. 474. Схема включения маршрутно-набирающих реле



Фиг. 475. Схема включения пусковых реле

Схема включения маршрутно-набирающих реле *МНР* показана на фиг. 474. При возбуждении реле *КНР* начала и конца маршрута замыкается цепь маршрутно-набирающего реле *МНР*, которое выключает реле *КНР*, замыкает цепь пусковых реле стрелок маршрута и включает соответствующие маршрутно-секционные реле, называемые в некоторых схемах контрольно-маршрутно-замыкающими реле *КМЗР*.

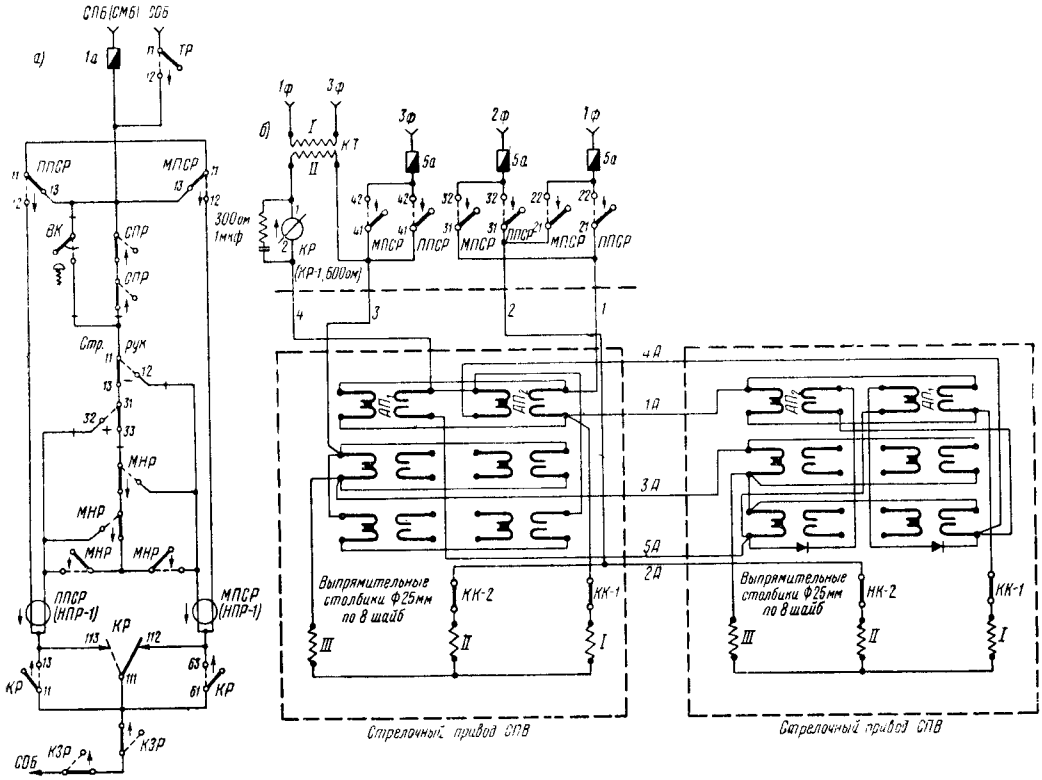
РЕЛЕЙНО-КОДОВАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ

Релейно-кодовая централизация отличается от обычной релейной централизации тем, что применяется кодовое управление удалёнными стрелками и сигналами с целью экономии дефицитного кабеля.

Для удалённого управления применяются релейные системы схемного и временного кодов.

Система РСК-1 является релейной системой схемного кода ёмкостью на 81 стрелочно-сигнальную группу с трёхпроводной линейной цепью и линейными реле, включёнными последовательно.

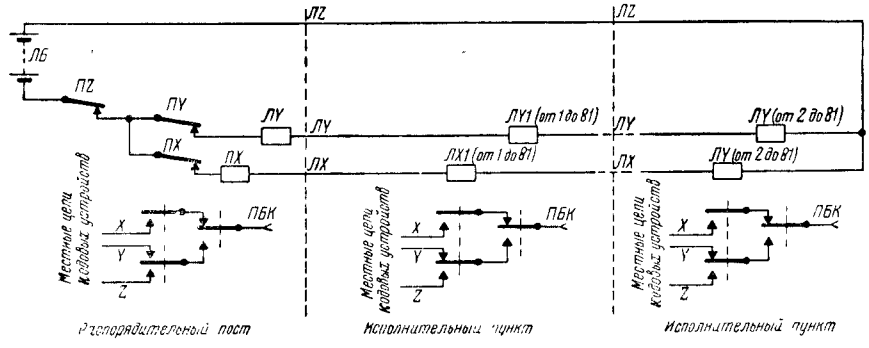
При размыкании провода X и Y или одновременно обоих (что будет соответствовать размыканию общего провода Z) в местные цепи кодовых устройств, включённых в линию, будут соответственно поступать импульсы X, Y или Z.



Фиг. 476. Схема включения электроприводов спаренных стрелок при питании переменным током

Принцип действия схемного кода основан на комбинации размыканий двух прямых проводов X и Y при общем обратном Z трёхпроводной линейной цепи (фиг. 477). В линейный провод X включены линейные реле $ЛХ$, в провод Y — реле $ЛУ$; при нормальном положении линия замкнута и все линейные реле держат якори притянутыми, получая питание от линейной батареи, установленной на распорядительном посту.

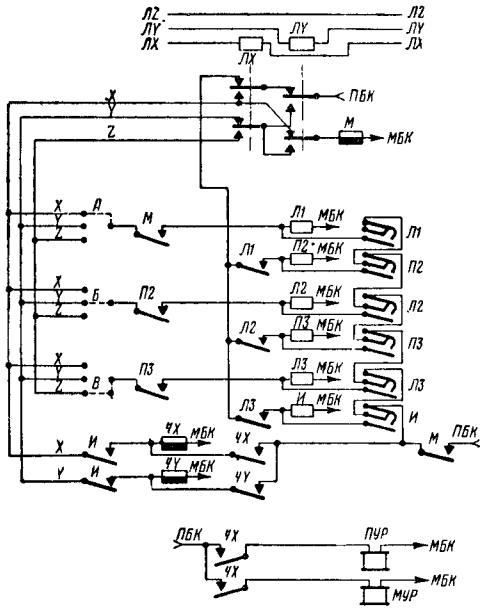
В зависимости от того, какое количество размыканий линейной цепи используется для избирательной части кода, можно управлять соответственным колличеством пунктов. Так, например, при использовании одного размыкания линейной цепи можно управлять тремя пунктами с соответственной настройкой их на импульсы X, Y и Z. При использовании двух размыканий линейной цепи можно получить 9 комбинаций импульсов и, следо-



Фиг. 477. Скелетная схема линейной цепи

вательно, управлять 9 пунктами, а при трёхкратном размыкании получить 27 комбинаций и управлять соответственным количеством пунктов.

Схема избирательной части кодового устройства с настройкой его на код *XYZ* (см. перемычки *А*, *Б*, *В*) показана на фиг. 478. При размыкании линейного провода *ЛХ* в схему поступает импульс тока *X*, от которого



Фиг. 478. Скелетная схема избирательной части кода

срабатывает медленно действующее реле *М* и первый линейный счётчик *Л1*. При последующем замыкании линии возбуждается счётчик *Л2*, подготовляя цепи для дальнейшей работы схемы.

При втором размыкании линейного провода *ЛУ* включается второй линейный счётчик *Л2*, а при замыкании линии— счётчик *Л3*. При одновременном размыкании линейных проводов *ЛХ* и *ЛУ* (что равносильно размыканию общего привода *ЛZ*) в схему поступает импульс Z, от которого срабатывает третий линейный счётчик *Л3*.

При замыкании линии включается избирательное реле *И*, фиксирующее выбор (вызов) данного пункта.

Посылкой следующих импульсов, например *X* или *Y*, можно возбудить реле *4X* или *4Y*, через контакты которых производится включение управляющих реле, например стрелочных *ПУР* и *МУР*.

Из изложенного выше следует, что для управления 81 пунктом требуется схемный код с четырёхкратным размыканием линейной цепи; получающиеся при этом 81 комбинация импульсов и размыканий *X*, *Y* и Z приведены частично в табл. 112.

Распределение импульсов оперативной части кода приведено в табл. 113 для управляющего кода и в табл. 114 для контрольного кода.

Таблица 112

Комбинации импульсов и размыкаиий *X*, *Y* и *Z*

№ по пор.	Коды избирательного импульса				№ по пор.	Коды избирательного импульса			
	I	II	III	IV		I	II	III	IV
1	*X*	*X*	*X*	*X*	31	*Y*	*X*	*Y*	*X*
2	*X*	*X*	*X*	*Y*	32	*Y*	*X*	*Y*	*Y*
3	*X*	*X*	*X*	*Z*	33	*Y*	*X*	*Y*	*Z*
4	*X*	*X*	*Y*	*X*	55	*Z*	*X*	*X*	*X*
5	*X*	*X*	*Y*	*Y*	56	*Z*	*X*	*X*	*Y*
6	*X*	*X*	*Y*	*Z*	57	*Z*	*X*	*X*	*Z*
28	*Y*	*X*	*X*	*X*	79	*Z*	*Z*	*Z*	*X*
29	*Y*	*X*	*X*	*Y*	80	*Z*	*Z*	*Z*	*Y*
30	*Y*	*X*	*X*	*Z*	81	*Z*	*Z*	*Z*	*Z*

Как следует из табл. 113, избирательные импульсы схемного кода в порядке следования импульсов кода являются вторыми, третьими, четвёртыми и восьмыми, что сделано для экономичности построения схем кодовых устройств.

Продолжительность прохождения схемного кода равна 1,5 сек.

Таблица 113

Управляющий код

Порядковый № импульсов	Характер импульсов	Назначение импульсов
1	*Z*	Проверка и занятие линии
2 3 4	*X*, *Y* или *Z* *X*, *Y* или *Z* *X*, *Y* или *Z*	Предварительный выбор управляемой группы
5	*X* *Y*	Полуавтоматическое действие сигналов; перевод сигналов на автоматическое действие (или включение сигнала вызова электромеханика)
6	*X* *Y*	Перевод стрелки на плюс Перевод стрелки на минус
7	*X* *Y* *Z*	Открытие сигнала нечётного направления Открытие сигнала чётного направления Закрытие сигналов обоих направлений
8	*X*, *Y* или *Z*	Окончательный выбор и включение управляющих приборов исполнительного пункта

Электрические схемы кодирования. Схема включения реле кодовых ячеек на распорядительном посту изображена на фиг. 479 и 480. Центральная приёмная

Таблица 114

Контрольный код

Порядковый № импульсов	Характер импульсов	Назначение импульсов
1	*X*	Проверка линии: предстанционная секция свободна
	Y	Проверка линии: предстанционная секция занята
2	*X*, *Y* или *Z*	Предварительный выбор распорядительной группы управляющего аппарата
3	*X*, *Y* или *Z*	
4	*X*, *Y* или *Z*	
5	*X*	Стрелочная секция свободна
	Y	Стрелочная секция занята
6	*X*	Стрелка замкнута на плюс
	Y	Стрелка замкнута на минус
	Z	Стрелка не замкнута (недоход остряка)
7	*X*	Сигнал нечётного направления открыт
	Y	Сигнал чётного направления открыт
	Z	Сигналы обоих направлений закрыты
8	*X*, *Y* или *Z*	Окончательный выбор и включение контрольных приборов распорядительной группы управляющего аппарата

ячейка служит для передачи управляющих кодов на линию и приёма контрольных кодов с неё, осуществляя непосредственное размыкание и замыкание линейных проводов; в ячейку входят (схема на фиг. 479):

1) аппаратное линейное реле *АЛХ*, включаемое в линейный провод *ЛХ* и служащее для приёма с линии импульсов *X* и Z;

2) аппаратное линейное реле *АЛУ*, включаемое в линейный провод *ЛУ* и служащее для приёма с линии импульсов *Y* и Z;

3) аппаратное передающее реле *АПХ*, размыкающее провод *ЛХ* при передаче импульса *X* управляющего кода; при приёме кода является связующим звеном между счётной цепью и теми реле, которые должны быть выбраны;

4) аппаратное передающее реле *АПУ* (работает подобно реле *АПХ*, но размыкает провод *ЛУ* при передаче импульса *Y*);

5) аппаратное передающее реле *АПZ* (работает подобно реле *АПХ*, но размыкает провод *ЛZ* при передаче импульса Z).

Эта ячейка имеет всего пять реле типа КДР и, кроме того, восемь конденсаторов по 0,5 *мкф* и два сопротивления по 5 *ом*; последние включаются параллельно обмоткам линейных реле для уменьшения искрообразования, получающегося на контактах передающих реле в момент размыкания линейной цепи.

Центральная кодирующая ячейка служит для составления импульсов управляющего кода в принятом порядке чередования их, а также восприятия и передачи наборным ячейкам импульсов контрольного кода. В ячейку входят (фиг. 479):

1) аппаратное первого импульса медленно действующее реле *АМП* — притягивает якорь с первым размыканием линии при передаче и приёме кодов, подключая питание ряда основных реле ячейки, осуществляет контроль занятия линии и прохождение кодов в линию и пр.;

2) аппаратное медленно действующее вспомогательное реле *АМВ* — притягивает якорь с первым размыканием линии, с возбуждением приводит схему ячейки в рабочее состояние, а по окончании действия кода — в нормальное положение;

3) аппаратное медленно действующее контрольное реле *АМК* — обычно находится под током, при передаче и приёме кода переключается на схему контроля нормальной работы кодовых устройств;

4) аппаратное главное реле *АГ* — переключает ячейку на положение передатчика или приёмника в зависимости от того, передаёт или принимает код ячейка;

5) аппаратное промежуточное реле *А1Х* — включается при приёме контрольного кода, если первый импульс *X* используется в качестве промежуточного реле для контроля свободности предстанционной секции;

6) аппаратное промежуточное реле *А5Х* — включается при пятом размыкании линии от импульса *X*, используется в качестве промежуточного реле для контроля свободности стрелочной секции;

7) аппаратное промежуточное реле *А6Х* — включается при шестом размыкании линии от импульса *X*, служит в качестве промежуточного реле для контроля плюсового положения стрелки;

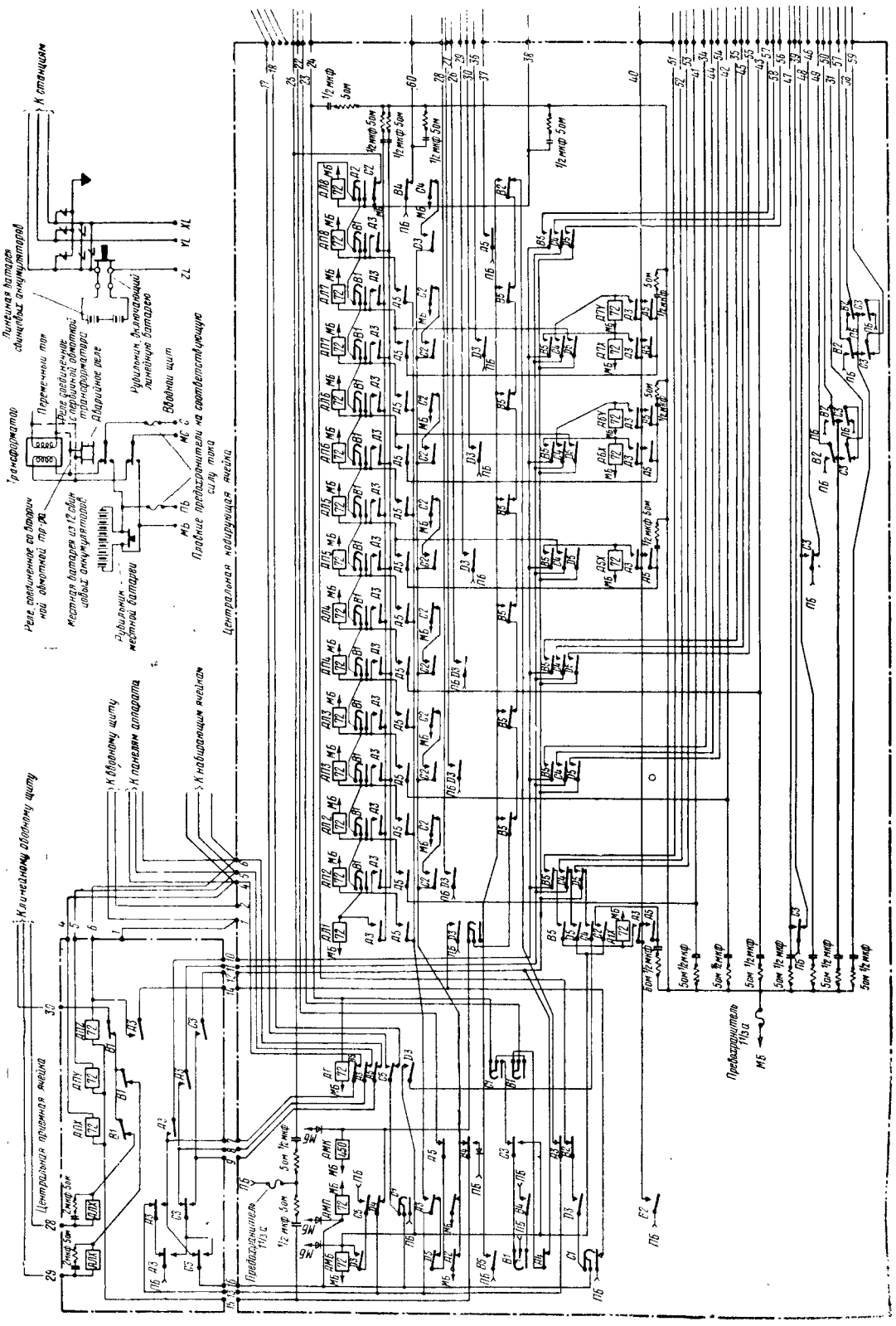
8) аппаратное промежуточное реле *А6У* — включается при шестом размыкании линии от импульса *Y*, используется для контроля минусового положения стрелки;

9) аппаратное промежуточное реле *А7Х* — включается при седьмом размыкании линии от импульса *X*, применяется в качестве промежуточного реле для контроля открытого сигнала нечётного направления;

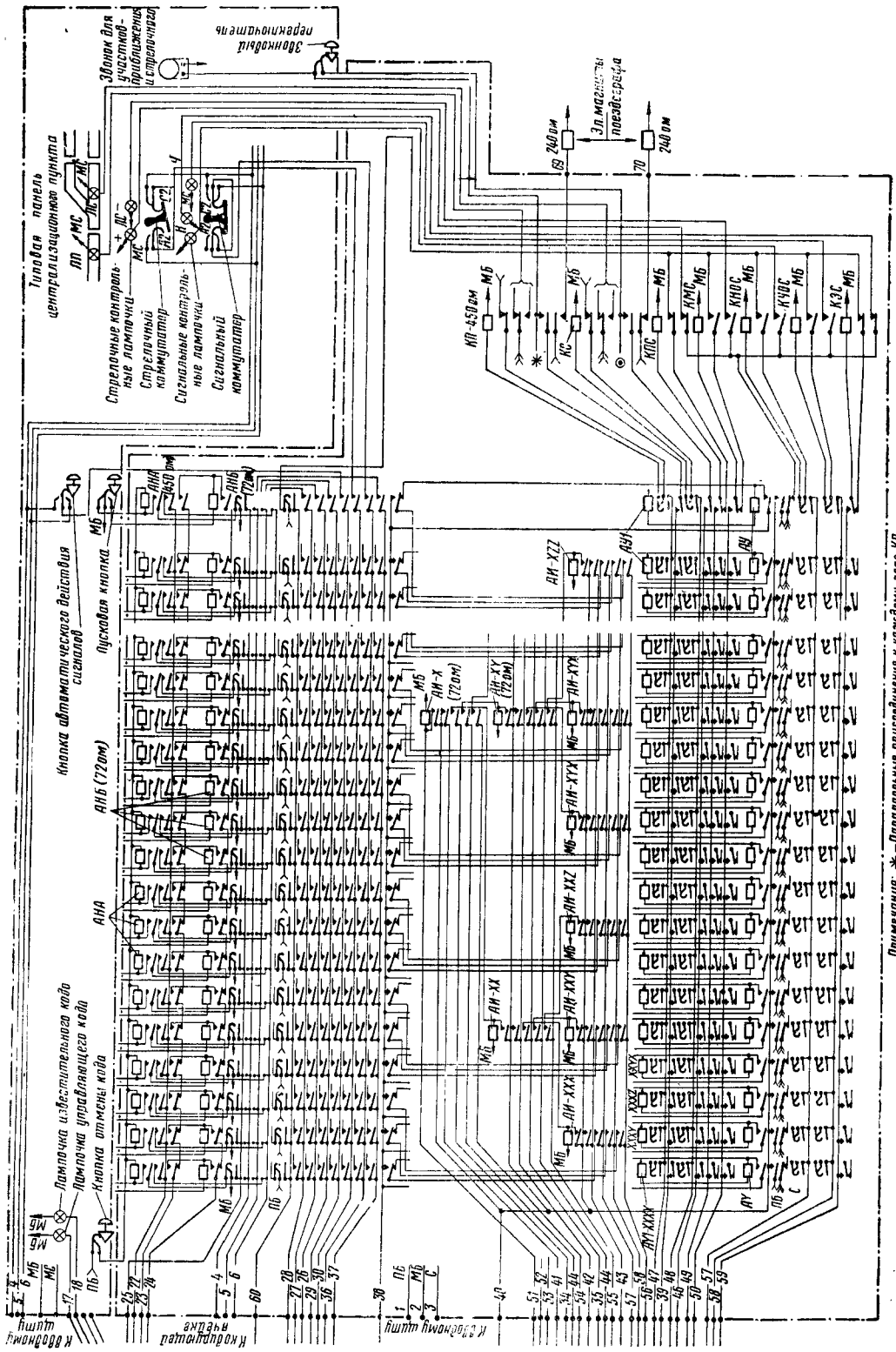
10) аппаратное промежуточное реле *А7У* — включается при седьмом размыкании линии от импульса *Y*, используется в качестве контроля открытого сигнала чётного направления;

11—18) аппаратные линейные счётчики реле *АЛ1—АЛ8* — реле, составляющие контрольную счётную цепь размыканий линии, каждое реле-счётчик имеет порядковый номер кодового импульса, при котором реле включается независимо от качества импульса (*X*, *Y* или Z);

19—25) аппаратные передающие счётчики реле *АП2—АП8* — реле, составляющие счётную цепь замыканий линии, при возбуждении замыкают цепь реле-передатчиков в передаче кода и цепи промежуточных реле — при приёме ячейка имеет всего 25 реле типа КДР и, кроме того, 4 купроксных выпрямителя типа КВ, включаемых для увеличения и замедления отпадания якоря медленно действующих реле и исключения «короткого замыкания» батареи в момент переключения мостового контакта реле *АМК* для шунтирования обмо-



Фиг. 479. Схема центральных—приёмной и кодирующей ячеек



Примечание: ✱ – Параллельные присоединения к каждому реле КП
● – Параллельные присоединения к каждому реле КС

Фиг. 480. Схема избирательной и местных ячеек и панели аппарата

ток реле-передатчиков *АПХ*, *АПУ* и *АПZ* (фиг. 480), 18 конденсаторов 0,5 *мкф* и 18 сопротивлений *5 ом*, включаемых в ячейку для уменьшения искрообразования на контактах реле при работе ячейки, и 2 предохранителя, предохраняющих от короткого замыкания источника питания в случае пробивания конденсатора.

Избирательная ячейка служит для выбора распорядительной группы управляющего аппарата согласно комбинации импульсов избирательной части коитрольного кода; в ячейку входят 39 аппаратных избирательиых реле *АИ* типа КДР.

Каждое реле обозначается знаком *X*, *Y* или *Z*, указывающим импульс, от которого действует реле; при установке релейных ячеек в аппарате реле совмещаются с реле наборных ячеек.

Местная ячейка служит для включения контрольных лампочек управляющего аппарата в соответствии с принятыми импульсами оперативной части контрольного кода и участвует в передаче первого импульса управляющего кода; в ячейку входят:

1) аппаратное начинающее реле (первое) *АНА* — работает непосредственно от пусковой кнопки данной секции паиели аппарата, применяется для сохранения полученного импульса «пуска» до освобождения линии предыдущим кодом;

2) аппаратное начииающее реле (второе) *АНБ* — работает при условии свободиости линии через контакт первого начинающего реле, замыкает цепи генерации первого импульса при передаче управляющего кода;

3) контрольное реле предстанциониой секции *КП* — примеияется для осуществлеиия контроля занятия предстанциониой секции; контактами реле управляются контрольная лампочка и звонок; электромагнит поездографа включается контактом промежуточного реле *А1Х*;

4) контрольное реле стрелочной секции *КС*— служит для контроля занятия стрелочной секции, включается контактом промежуточного реле *А5Х*;

5) контрольное реле плюса стрелки *КПС*— применяется в целях осуществления контроля плюсового положения стрелки; контактом реле управляется контрольная лампочка плюса стрелки; включается верхним контактом промежуточного реле *А6Х*;

6) контрольное реле открытого иечётного светофора *КНОС* — применяется в качестве контроля открытого положения нечётного светофора; включается верхним контактом промежуточного реле *А7Х*;

7) контрольное реле открытого чётного светофора *КЧОС* — используется для контроля открытого чётного светофора; включается через верхний контакт промежуточного реле *А7У*;

8) контрольное реле закрытых светофоров *КЗС* — применяется для контроля закрытых светофоров; включается через нижние контакты промежуточных реле седьмого импульса *А7*;

9) аппаратное управляющее реле *АУ* — включается в конце приёма контрольного кода; замыкает цепи контрольных реле коитрольных лампочек и звонка;

10) аппаратное управляющее реле (первое) *АУ1* — замыкает цепи контрольных реле и звонка.

Схема включения реле кодовых ячеек на исполнительном пункте изображена иа фиг. 481 и 482.

Напольная линейная приёмная ячейка служит для передачи контрольных кодов на линию и приёма управляющих кодов с линии, а также осуществляет непосредствеино размыкание и замыкание линейной цепи; в ячейку входят (фиг. 481):

1) линейное реле *ЛХ* — включается в провод и служит для приёма кодовых импульсов *X* и Z;

2) линейное реле *ЛУ* — включается в провод *Y* и служит для приёма кодовых импульсов *Y* и Z;

3) передающее реле *ПХ* — при передаче размыкает провод *X*; является связующим звеном между счётной цепью и теми реле, которые должны быть выбраиы;

4) передающее реле *ПУ* — при передаче размыкает провод *Y* (в приёме то же, что и в *ПХ*);

5) передающее реле *ПZ* — при передаче размыкает провод Z (в приёме то же, что и в *ПХ*);

6) главное реле *Г* — в передаче кода отключает линию за передающим устройством и переключает схему кодового устройства иа передачу кода; в ячейку входят 6 реле типа КДР и, кроме того, 4 конденсатора 0,5 *мкф* и 2 омических проволочных сопротивления 5 *ом*, включаемых для уменьшеиия величины искреиия на контактных передающих реле при передаче и приёме кодов.

Линейиая кодирующая ячейка служит для воспринятия кодов, предназначаемых для даиого исполнительного пункта, и составлеиия импульсов контрольного кода в принятом порядке следования их; в ячейку входят:

1) медленно действующее реле первого размыкания линии *МП* — первым притягивает якорь с первым размыканием линии; подготовляет основные цепи ячейки к передаче и осуществляет занятие линейной цепи кодом;

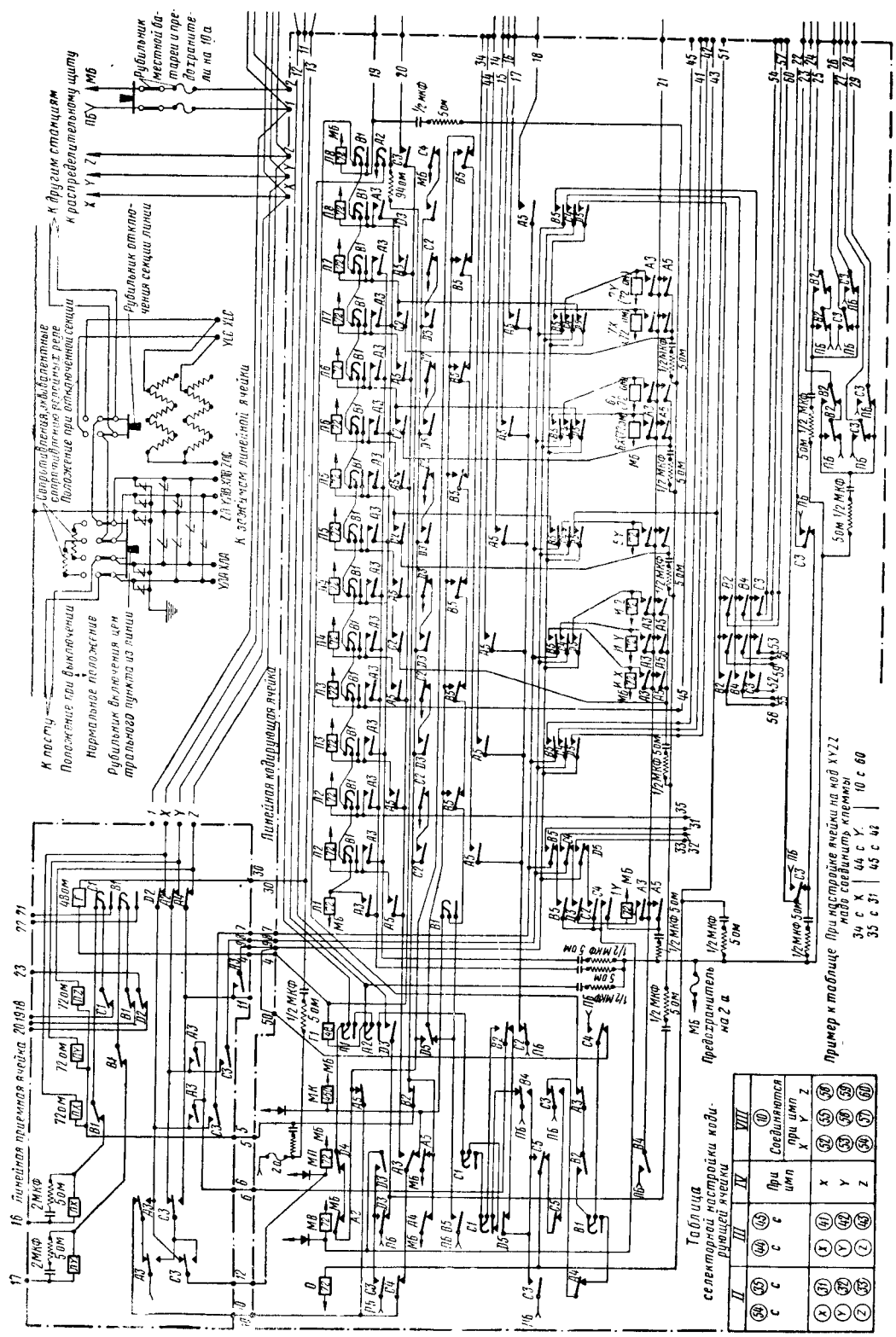
2) медленно действующее вспомогательное реле *МВ* — включается с первым размыканием линии (после *МП*), с притяжением якоря включает схему, является контрольным реле занятой кодом линии, выключает схему по окончании кода;

3) медленно действующее контрольное реле *МК* нормально находится под током, при передаче и приёме кода переключается на схему контроля иормальной работы кодового устройства;

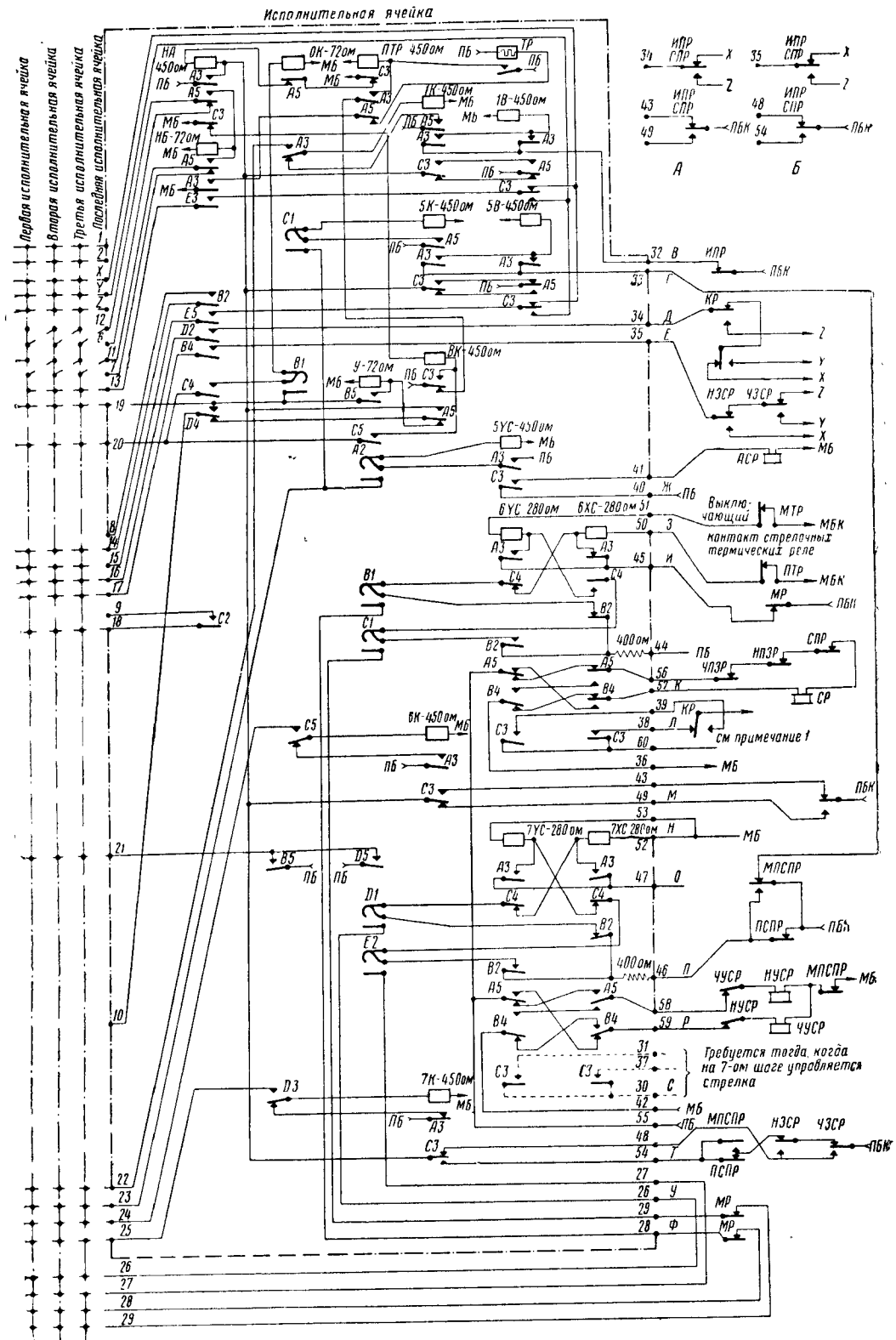
4) главное реле первое *Г1* — переключает кодовое устройство в положение передатчика или приёмника в зависимости от того, передаёт или принимает код исполнительный пункт;

5) отключающее реле *О* — при передаче контрольного кода другим исполнительным пунктам отключает из действия кодовое устройство данного пуикта;

6) промежуточное реле *1У* — включается при первом размыкании линий от импульса *Y*; применяется в качестве промежуточного



Фиг. 481. Схема линейных—приёмной и кодирующей ячеек



Фиг. 482. Схема исполнительной (наборной) ячейки и различные случаи использования её

реле для возбуждения клапанного реле предстанционной секции при передаче кода о занятии предстанционной секции;

7) промежуточное реле *5Y* — применяется для возбуждения клапанного реле стрелочной секции;

8) промежуточное реле *6X* — применяется для возбуждения клапанного реле при передаче кода о неисправности стрелки и включения исполнительного реле перевода стрелки на плюс при приёме кода;

9) промежуточное реле *6Y* — то же, что и реле *6X*, но для включения исполнительного реле перевода стрелки на минус;

10) промежуточное реле *7X* — применяется для включения клапанного реле светофора при передаче кода и включения исполнительного реле открытия нечётного сигнала при приёме кода;

11) промежуточное реле *7Y* — то же, что и реле *7X*, но для включения исполнительного реле открытия чётного светофора при приёме кода;

12—14) избирательные реле *ИХ*, *ИУ* и *ИZ* — применяются в целях селективного избирания станционного кодового устройства; возбуждаются при четырёхкратном размыкании линии, каждое соответственно указанному при номенклатуре реле знаку импульса;

15—22) линейные счётчики *Л1* — *Л8*, реле контрольной счётной цепи включаются при размыкании линии, каждое соответственно порядковому номеру импульса, указанному при номенклатуре реле;

23—29) передающие счётчики *П2*—*П8* — реле счётной цепи замыкания линии работают как передатчики при передаче кода и как промежуточные реле при приёме кода.

Ячейка имеет 29 реле типа КДР, 3 купроксных выпрямителя типа КВ, 16 конденсаторов 0,5 *мкф*, 16 проволочных сопротивлений 5 *ом*, одно сопротивление 94 *ом* и 2 предохранителя 1,3 *а*.

Исполнительная (наборная) ячейка служит для включения управляющих приборов исполнительного пункта в соответствии с импульсами оперативной части управляющего кода и возбуждения контрольного кода, участвуя в передаче первого импульсного кода; в ячейку входят (фиг. 482):

1) начинающее реле (первое) *НА* — применяется для аккумулирования импульса при действии пусковых цепей;

2) начинающее реле (второе) *НБ* — включается от первого начинающего реле при условии незанятости линии, замыкает цепи генерации импульсов при передаче кода;

3) исполнительное реле *5YC* — включается от импульса *5X* управляющего кода, применяется для перевода станционных светофоров на автодействие;

4) исполнительное реле *6XC* — приёмное реле импульса *6X*, применяется для перевода стрелки на плюс;

5) исполнительное реле *6YC* — включается при импульсе *6Y*, применяется для перевода стрелки на минус;

6) исполнительное реле импульса *7XC* — включается от импульса *7X*, используется для открытия нечётного светофора;

7) исполнительное реле импульса *7YC* — включается от импульса *7Y*, применяется для открытия чётного светофора;

8) управляющее реле *Y* — включается в конце приёма кода, применяется для включения исполнительных реле наборной ячейки;

9) включающее реле приближения *1В* — применяется для возбуждения кода занятия предстанционной секции;

10) включающее реле стрелочной секции *5В* — применяется для возбуждения кода занятия стрелочной секции;

11) клапанные реле предстанционной секции *1К* и клапанные реле стрелочной секции *5К* — применяются для размыкания пусковых цепей передачи кодов и занятия предстанционной и стрелочной секций и возбуждения кодов освобождения этих секций;

12) клапанные реле стрелки *6К* — применяются для прекращения передачи кода неисправности стрелки;

13) клапанное реле светофоров *7К* — применяется для прекращения передачи кодов изменения состояния сигналов управляемой группы;

14) общеклапанное реле *ОК* — применяется для включения клапанных реле;

15) вспомогательное клапанное реле *ВК*— применяется для вспомогательных функций;

16) термическое реле *ТР* — применяется для включения ячейки при неисправности последней;

17) повторитель термического реле *ПТР*— повторяет действие термического реле; ячейка имеет 17 реле типа КДР, одно термическое реле и два сопротивления 400 *ом*.

Работу схем распорядительного поста и исполнительного пункта легко проследить по диаграмме последовательности работы реле при передаче и приёме кода, изображённой на фиг. 483.

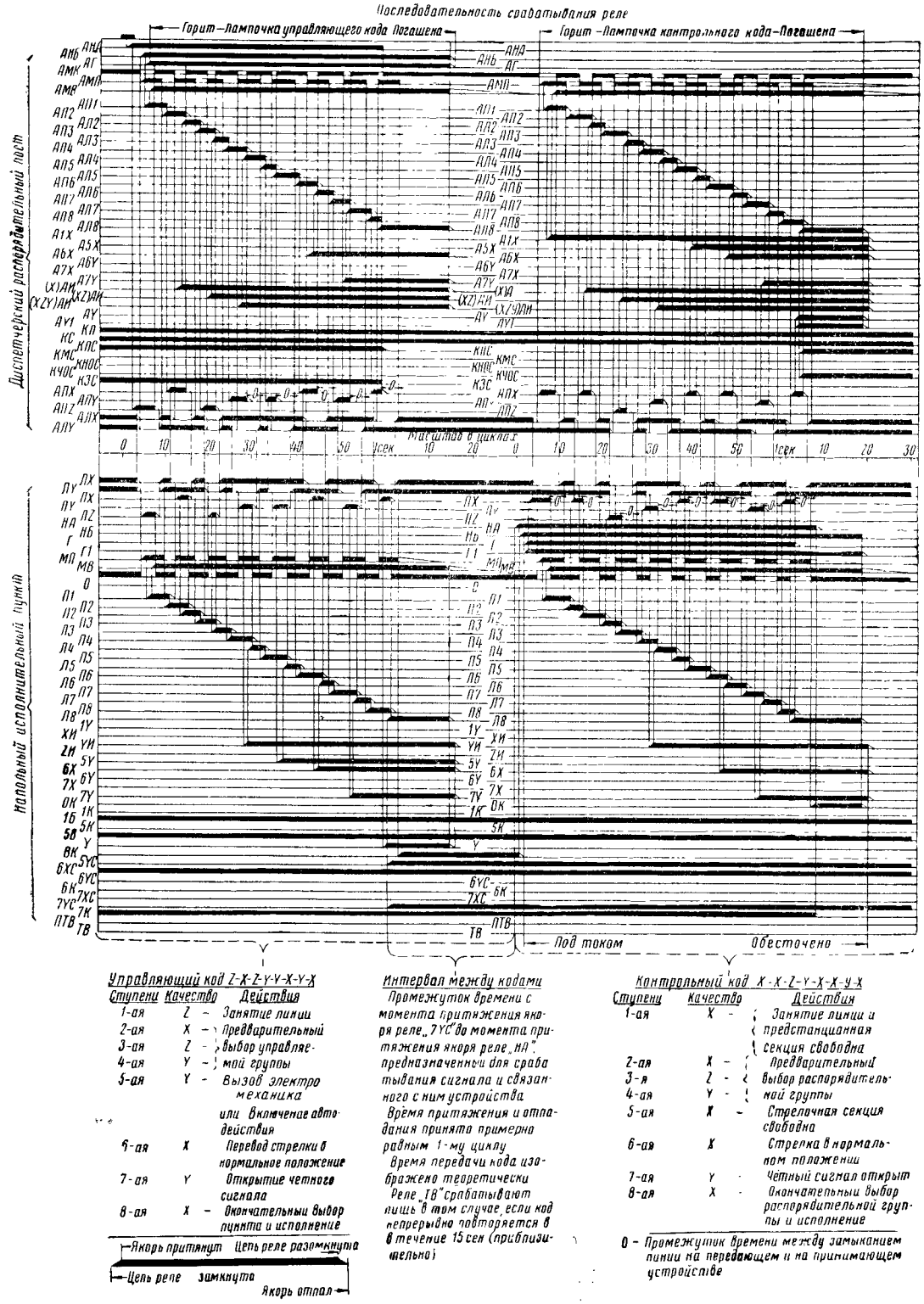
Время прохождения кода представлено теоретически, причём время притяжения и отпадания каждого реле принято $^1/_{60}$ сек.

Промежуток времени, измеряемый от момента замыкания линии на передающем пункте до момента замыкания её на принимающем пункте, на диаграммах отмечен звёздочкой.

Термическое реле *ТР* выключает наборную ячейку из действия при непрерывно повторяющейся передаче кода в течение 15 сек.

Полная схема включения линейной цепи системы показана на фиг. 483а, где *ЛХ* — прямой линейный провод; *ЛУ* — то же; *ЛZ* — обратный линейный провод; *АЛХ*, *АЛУ* и *АЛZ* — линейные реле; *ЛБ* — линейная батарея; *КБ* — кодовая батарея, при этом *ПБК* и *МБК* — соответственно плюс и минус кодовой батареи; *с* и *Мс* — прямой и обратный провода переменного тока; c_1 — сопротивление, компенсирующее сопротивление линейного реле при выключении линейной ячейки; c_2 — сопротивление, компенсирующее сопротивление отключаемой части линии.

Между линейными проводами включены разрядники напряжения, образующегося в момент размыкания линейной цепи при передаче кода.

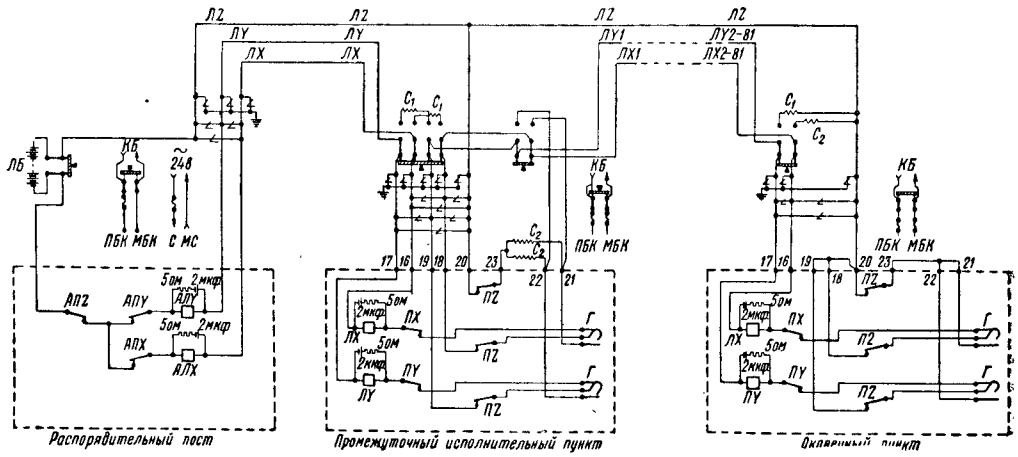


Фиг. 483. Диаграмма последовательности работы рам при передаче и приёме кода

Каждый пункт на линейном щите может быть выключен из линии переключением рубильника Так же может быть отключена часть линии, расположенная за данным пунктом (от поста).

При обычной передаче кодов на линии функционирует всегда только один код, при этом передача остальных одновременно возбуждённых кодов задерживается до окончания первого (передаваемого) кода. Порядок занятия линии кодами определяется местом включения кодового устройства, временем, прошедшим с начала передачи кода, а также тем, является ли код управляющим или контрольным.

Ниже рассматриваются некоторые случаи передачи и приёма кодов.



Фиг. 483а. Схема линейной цепи

Занятие линии. При первом размыкании линии во всех кодовых устройствах возбуждаются через нижние контакты линейных реле медленно действующие реле *МП* и *МВ*. Контакты последних размыкают цепи возбуждения начинающих реле *НБ* и главных реле *Г1*. При дальнейшей передаче занявшего линию кода медленно действующие реле удерживают якори в притянутом положении и таким образом исключают передачу (занятие линии) кодов другими устройствами до окончания передачи (освобождения линии) кода данным устройством.

Преимущество управляющего кода перед контрольным. В случае одновременного размыкания линии при передаче управляющего и контрольного кодов первый из них занимает линию, исключая передачу второго, что обеспечивается следующим образом: после возбуждения в напольных кодовых ячейках реле *НА*, *Г* и *Г1* последнее блокируется через контакты медленно действующих реле (ещё не возбуждённых). Если теперь одновременно с возбуждением одного из реле передатчиков (*ПХ* или *ПУ*) в напольном кодовом устройстве возбудится передатчик *АПZ* на распорядительном посту,то отпадут якори обоих линейных реле; при этом на напольном пункте возбудится реле *МП* и переключит цепь питания главных реле на цепь, проведённую через контакты передатчика (*ПХ* или *ПУ*). Линейные реле в данном случае будут размыкать указанную цепь, поэтому якори главных реле и реле *НБ*, не получив питания, отпадут и передача контрольного кода не состоится.

Если бы размыкание линии контрольным кодом произошло ранее размыкания линии управляющим кодом, то в этом случае задержалась бы передача управляющего кода, так как цепь начального возбуждения реле *АПZ* проводится через верхние контакты обоих линейных реле.

Исключение одновременной передачи контрольных кодов. На всех напольных кодовых ячейках в начале первого импульса возбуждается главное реле *Г*, которое отключает все ячейки, включённые далее от поста, чем данная. Таким образом, предпочтение в случае одновременности возбуждения контрольных кодов отдаётся всегда ячейке, включённой ближе всех к посту.

При передаче контрольного кода во всех ячейках за данной отпадут якори обоих линейных реле, что равносильно первому размыканию *Z* управляющего кода, следовательно, в ячейках произойдут все изменения, соответствующие этому размыканию, т. е. возбудятся реле *МП*, *Л1* и *МВ*; вследствие того, что линия останется разомкнутой, больше никаких изменений в схеме не произойдёт и возбудившиеся реле останутся под током, исключая возможность возбуждения начинающего реле *НА*.

В ячейках, включённых до данной, от первого размыкания (будь то *X* или *Y*) возбудятся реле *МП* и *О*. Реле *О* отключает цепи счётчиков, освобождая ячейку от лишней работы, а реле *МП* размыкает цепь реле *НБ*. Кроме того, срабатывает реле *МВ*, размыкая цепь передатчиков.

Непрерывная посылка нескольких управляющих кодов. Если на аппарате нажать несколько пусковых кнопок, то при этом все начинающие

реле *АНА* возбудятся каждое через контакт своей пусковой кнопки; затем включается передатчик *АПZ* и с отпаданием якорей линейных реле возбуждается первым реле *АНБ* той секции панели аппарата, через тыловой контакт реле *АНА* которой проведена цепь возбуждения реле *АНБ* всех остальных секций панелей.

Цепь последних реле будет разомкнута тыловым контактом возбудившегося реле *АНА* первой секции панели (возбуждённые реле *АНА* остаются под током по самоблокирующей цепи через контакт своего реле *АНБ* и общий контакт кнопки отмены кодов).

По окончании первого кода возбудится реле *АНБ* ячейки следующей секции и т. д. до последней.

После прохождения всех управляющих кодов начнут передаваться контрольные, опять-таки в порядке включения напольных ячеек в линию.

Настройка кодового устройства исполнительного пункта на определённый код производится путём соединения наружных клемм кодирующей и наборной ячеек по табл. 115 и 116.

Таблица 115

Настройка на избирательные импульсы *II* и *III*

Порядковый номер импульса	Перемычки между клеммами кодовых ячеек	Качество импульсов *II* и *III*		
		X	*Y*	*Z*
II	*34* соединяется с *35* » »	*X* *31*	*Y* *32*	*Z* *33*
III	*44* соединяется с *45* » »	*X* *41*	*Y* *42*	*Z* *43*

Таблица 116

Настройка на избирательные импульсы *IV* и *VIII*

Порядковый номер импульса	Качество импульса *IV*	Перемычки между клеммами кодовых ячеек	Качество импульса *VIII*		
			X	*Y*	*Z*
VIII	*X* *Y*	*10* соединяется с	*52* *53* *54*	*55* *56* *57*	*58* *59* *60*

Примечание. *10*—клемма наборной ячейки, *52—60*—клеммы кодирующей ячейки.

Пример к таблице. При настройке на код *XYZZ* надо соединить клеммы: импульс *II — 34* с *X* и *35* с *31*; импульс *III — 44* с *Y* и *45* с *42*, при импульсе *IV — Z* (специальной настройки нет) и при импульсе *VIII — 10* с *60*.

Все клеммы кодовой настройки *31, 32, 33, 41, 42, 43, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59* и *60*, не соединяемые с *35, 45* и *10*, должны быть присоединены к клемме *51*, чем обеспечивается отключение остальных кодовых устройств из действия при передаче управляющего кода на данный пункт.

При использовании одной кодирующей (и линейной) ячейки на несколько номеров кодов (максимально на 9) клеммы *11* и *12* кодирующей ячейки соответственно соединяются с клеммами *11* и *12* первой набориой ячейки, клеммы *6* и *7* первой наборной ячейки соответственно соединяются с клеммами *11* и *12* второй наборной ячейки, а клеммы *6* и *7* этой ячейки соединяются с клеммами *11* и *12* третьей набэрной ячейки и т. д.

На фиг. 482 показаны примеры использования клемм *34, 43, 49* и *35, 48, 52* для контроля изолированных станционной и стрелочной секций.

Условные обозначения контактов аппарата механо-электрической централизации

Условные обозначения контактов маршрутно-стрелочного коммутатора механо-электрической централизации

№ № контактов	Ход рукоятки: на себя (Маршрут)	Ход рукоятки: от себя (Маршрут)	№ № контактов
13-14	38		3-4
15-16			5-6

Контакт замыкается не ранее 20° и позже 56°

Контакт замыкается от 82° до 90°

Условные обозначения вертикальных контактов маршрутно-сигнального коммутатора механо-электрической централизации

№ колодки	№ № контактов	Ход рукоятки: от себя	на себя	от себя	на себя	№ № контактов
1	1-2	0°-10°	0°-30°	0°-30°	0°-10°	101-102
	3-4	—	82°-90°	82°-90°	—	103-104
	5-6 7-8	0°-10°	0°-60°	0°-60°	0°-10°	105-106 107-108
2	9-10 11-12 13-14 15-16	—	15°-90°	15°-90°	—	109-110 111-112 113-114 115-116
3	17-18	0°-10°	0°-60°	0°-60°	0°-10°	117-118
	19-20	—	82°-90°	82°-90°	—	119-120
	21-22 23-24	0°-10°	0°-60°	0°-60°	0°-10°	121-122 123-124
4	25-26 27-28	—	15°-90°	15°-60°	—	125-126 127-128
	29-30 31-32	—	45°-90°	45°-90°	—	129-130 131-132

Верхняя колодка

Нижняя колодка

- Замкнут при 0°-10°
- Замыкается при 15°-90°
- Замыкается при 82°-90°
- Замкнут при 0°-60°
- Замкнут при 0°-30°
- Замыкается при 45°-90°

Условные обозначения контактов аппарата электрозащёлочной централизации

Условные обозначения вертикальных контактов стрелочного коммутатора электрозащёлочной централизации

№ колодки	№ № контактов	Градусы поворота оси	Условные обозначения	Градусы поворота оси	№ № контактов	№ типа
1	102-103-101 105-106-104	в 15° размык. в 165° замыкает	101 102 103 / 2 1 3	в 15° размык. в 165° замыкает	2-1-3 5-4-6	I
	107-108	в 165° замыкает	3	в 15° размыкает	7-8	
2	110-111-109 113-114-112	в 15° размык. в 165° замыкает		в 15° размык. в 165° замыкает	10-9-11 13-12-14	I
	115-116	в 165° замыкает		в 15° размыкает	15-16	
3	118-119-117 121-122-120	в 15° размык. в 165° замыкает		в 15° размык. в 165° замыкает	18-17-19 21-20-22	I
	123-124	в 165° замыкает		в 15° размыкает	23-24	
4	126-127-125 129-130-128	в 15° размык. в 165° замыкает		в 15° размык. в 165° замыкает	26-25-27 29-28-30	I
	131-132	в 165° замыкает		в 15° размыкает	31-32	
5	134-135-133 137-138-136	в 15° размык. в 165° замыкает		в 15° размык. в 165° замыкает	34-33-35 37-36-38	I
	139-140	в 165° замыкает		в 15° размыкает	39-40	
6	142-143-141 145-146-144	в 15° размык. в 165° замыкает		в 15° размык. в 165° замыкает	42-41-43 45-44-46	I
	147-148	в 165° замыкает		в 15° размыкает	47-48	
7	158-151-149 153-154-152	в 15° размык. в 165° замыкает		в 15° размык. в 165° замыкает	50-49-51 53-52-54	I
	155-156	в 165° замыкает		в 15° размыкает	55-56	
8	58-57/157-158 60-59/159-161	замыкает +0°-90° -75°-160°	58 57 158 157	замыкает +0°-90° -75°-180°	62-61/161-162 64-63/163-164	IIа

Условные обозначения горизонтальных контактов маршрутно-сигнального коммутатора электрозащёлочной централизации

№ № контактов	Градусы поворота оси	Условные обозначения	Градусы поворота оси	№ № контактов
		В любую сторону		
1-101	в 0°-30° замыкает		в 0°-30° замыкает	1-101
2-102	в 0°-60° замыкает		в 0°-60° замыкает	2-102
103-104	в 30°-90° замыкает		в 30°-90° замыкает	3-4
105-106	в 75°-90° замыкает		в 75°-90° замыкает	5-6
107-108	в 30°-60° замыкает		в 30°-60° замыкает	7-8
109-110-111	109-110 размыкает в 15° 110-111 замыкает в 30°-60°	В любую сторону	9-10 размыкает в 15° 10-11 замыкает в 30°-60°	9-10-11
112-113	в 15°-90° замыкает		в 15°-90° замыкает	12-13
		В любую сторону		
14-114	в 15° размыкает		в 15° размыкает	14-114
115-116	в 0°-60° замыкает		в 30°-60° замыкает	15-16

Условные обозначения вертикальных контактов маршрутно-сигнального коммутатора, электрозащёлочной централизации

№ колодки	№ № контактов	Градусы поворота оси	Условные обозначения	Градусы поворота оси	№ № контактов	№ колодки
1	101-102	в 30°-90° замыкает	на себя / от себя	в 30°-90° замыкает	1-2	1
	103-104	в 15° размыкает	от себя	в 75°-90° замыкает	3-4	
	105-106	в 75°-90° замыкает	на себя	в 15° размыкает	5-6	
	107-108	в 0°-60° замыкает	В любую сторону	в 30°-60° замыкает	7-8	
2	109-110 111-112 113-114 115-116	в 15° размыкает	от себя	в 30°-90° замыкает	9-10 11-12 13-14 15-16	2
3	117-118 119-120 121-122 123-124	в 15° размыкает		в 30°-90° замыкает	17-18 19-20 21-22 23-24	3
4	125-126 127-128 129-130 131-132	в 15° размыкает		в 75°-90° замыкает	25-26 27-28 29-30 31-32	4
5	133-134 135-136 137-138 139-140	в 30°-90° замыкает	на себя	в 15° размыкает	33-34 35-36 37-38 39-40	5
6	141-142 143-144 145-146 147-148	в 30°-90° замыкает		в 15° размыкает	41-42 43-44 45-46 47-48	6
7	149-150 151-152 153-154 155-156	в 75°-90° замыкает		в 15° размыкает	49-50 51-52 53-54 55-56	7
8	57-157 58-158 59-159 60-160	в 15° размыкает	В любую сторону	в 15° размыкает	61-161 62-162 63-163 64-164	8

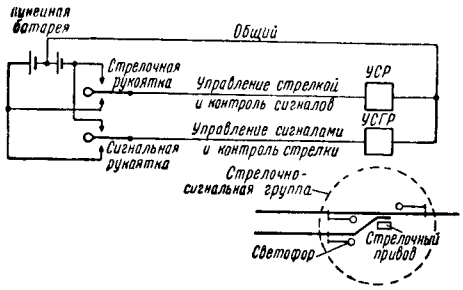
ДИСПЕТЧЕРСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Диспетчерской централизацией называются устройства централизации, при которых управление стрелками и сигналами ряда раздельных пунктов осуществляется из одного пункта диспетчером.

Существующие системы диспетчерской централизации (ДЦ) основаны либо на методе прямого управления, либо на методе избирательного (кодового) управления.

Системы прямого управления требуют многопроводных линейных цепей, в которых количество линейных проводов определяется числом управляемых стрелочно-сигнальных групп, умноженным на два, плюс один общий провод для всех таких групп (фиг. 484). Эти



Фиг. 484. Скелетная схема прямого управления

системы можно применять на участках не большой протяжённости, где стоимость линейных проводов сравнительно невелика.

Диспетчерская централизация с кодовым управлением включает комплекс устройств СЦБ — кодовую систему управления централизованными стрелками и сигналами раздельных пунктов, релейную централизацию на последних и автоблокировку на перегонах.

На центральном посту устанавливаются управляющий аппарат ДЦ с поездографом и кодовые устройства; управление и контроль централизованными объектами осуществляются путём посылок по линейной цепи импульсов тока (кодов). Линейная цепь из 2—3 проводов устраивается от поста, вдоль участка, к релейным будкам с кодовыми ячейками и другой релейной аппаратурой.

Релейные будки устанавливаются по концам станций вблизи централизованных стрелок и сигналов.

Устройства ДЦ питаются от силовой линии автоблокировки напряжением 6 000 или 500 *в*.

Электрическим кодом называется определённая комбинация посылок тока одинакового или различного характера, служащая для передачи по электрической цепи распоряжения или извещения.

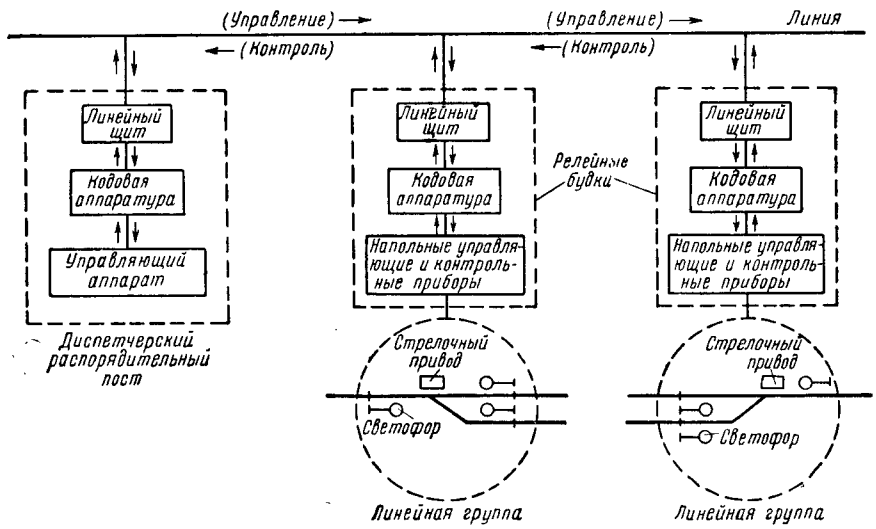
Системы кодового управления классифицируются по следующим признакам:

а) по качеству кода (временной, полярный, схемный и т. д.);

б) по ёмкости системы, т. е. количеству управляемых линейных групп;

в) по числу линейных проводов, используемых для передачи кодов.

Под термином «линейная группа» подразумевается группа управляемых из раздельного поста стрелок и сигналов или



Фиг. 485. Скелетная схема кодового управления

При системах ДЦ с кодовым управлением достаточно иметь 2—3 линейных провода на весь участок централизации, но зато требуется установка специальной аппаратуры для передачи кодов (фиг. 485).

только контролируемых путей, которой присвоена определённая избирательная часть кода.

Диспетчерскую централизацию можно применять на участках с любым путевым раз-

витием. Наиболее распространена диспетчерская централизация на однопутных, а также на двухпутных участках с двусторонним движением по каждому пути.

Основными преимуществами диспетчерской централизации, по сравнению с другими способами сношений по движению поездов, являются: а) ускорение движения поездов, б) повышение пропускной способности участка и в) сокращение эксплоатационных расходов.

Первая установка диспетчерской централизации в СССР была построена в 1935 г. на одном из однопутных участков Московско-Рязанской ж. д. протяжённостью 65 *км*

В первые же годы эксплоатации установка ДЦ позволила увеличить техническую и участковую скорости на 20% по сравнению со скоростями, применявшимися при электрожезловой системе, а также сэкономить в среднем 0,5 мин. поездного времени на каждом поездо-километре. Согласно расчётным графикам ЦНИИ, при соответствующем увеличении пропускной способности соседних участков, участковая скорость участка, оборудованного ДЦ, может быть увеличена на 40%, а экономия поездного времени достигнута порядка 0,85 мин. на поездо-километр.

СИСТЕМА ДВК-1

Система диспетчерской централизации типа ДВК-1 является системой релейной, временного кода на 35 линейных групп двухпроводной с последовательным включением линейных реле. По этой системе оборудован первый участок ДЦ на Московско-Рязанской ж. д.

Система включает:

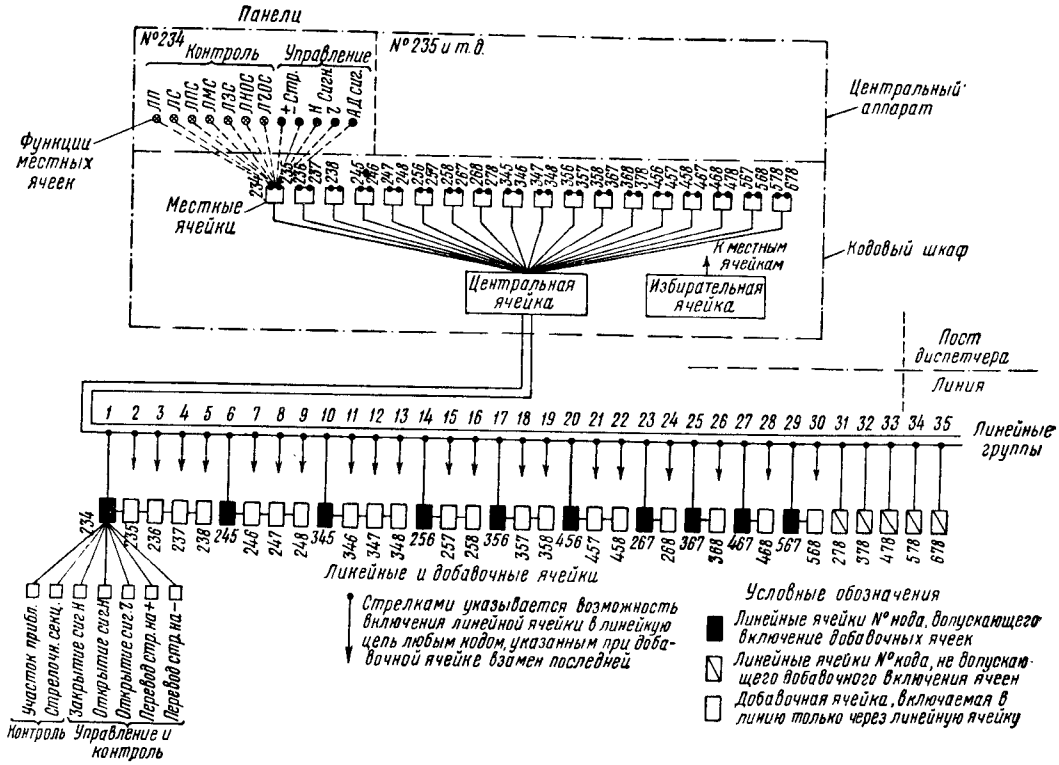
а) управляющий аппарат и поездограф;

б) релейные кодовые ячейки, состоящие из постовых ячеек: центральной (линейно-кодирующей), избирательной и местных (наборных), а также напольных ячеек — линейных (линейно-кодирующе-наборных) и добавочных (наборных);

в) кодовую линию (линейные провода и вводные щитки);

г) источники питания.

Скелетная схема системы ДВК-1 изображена на фиг. 486.



Фиг. 486. Скелетная схема системы ДВК-1

КОДЫ

Коды делятся на управляющие и контрольные.

Управляющие коды в системе ДВК-1 состоят из 14 импульсов, контрольные — из 16. Под термином «и м п у л ь с» понимают как посылку тока, так и его перерыв. Назначение импульсов и продолжительность их показаны в табл. 117.

УПРАВЛЯЮЩИЙ АППАРАТ

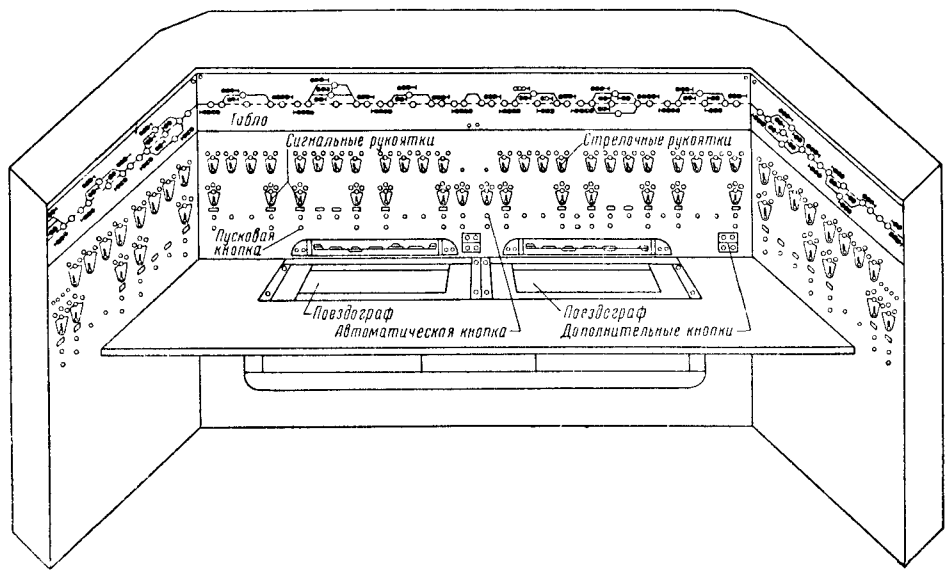
Управляющий аппарат (фиг. 487) составляется из аппаратных секций на 15 и 30 мест длиной 760 и 1 520 *мм*, шириной 318 *мм* и высотой 1 348 *мм*. Для удобства работы оператора крайние секции располагают под углом 135°.

Таблица 117

Назначение и продолжительность импульсов

Номер импульса длинного	Номер импульса короткого	Наименование кода и действия импульсов	Продолжительность импульса (в циклах) при регулировке	Продолжительность импульса (в циклах) при эксплоатации
		Управляющий код		
1	—	Занятие линии (определяющий импульс)	21±2,5	
2÷8		Выбор линейной группы	20±2,5 и 4,5±1	3,5÷5,5
9	11	Перевод стрелки на плюс	17,5±1 и 4,5±1	16÷19 и 3,5÷5,5
10	12	Открытие светофора Н		
—	10	Закрытие светофора Н		
11	9	Перевод стрелки на минус		
12	10	Открытие светофора Ч		
—	12	Закрытие светофора Ч		
13	—	Перевод светофоров на автодействие		
—	13	Отмена автодействия светофоров		
14	—	Включение управляющих реле (пусковой импульс)	46±2,5	41,5÷51,5
		Контрольный код		
—	1	Занятие линии (определяющий импульс)	8,5±2	

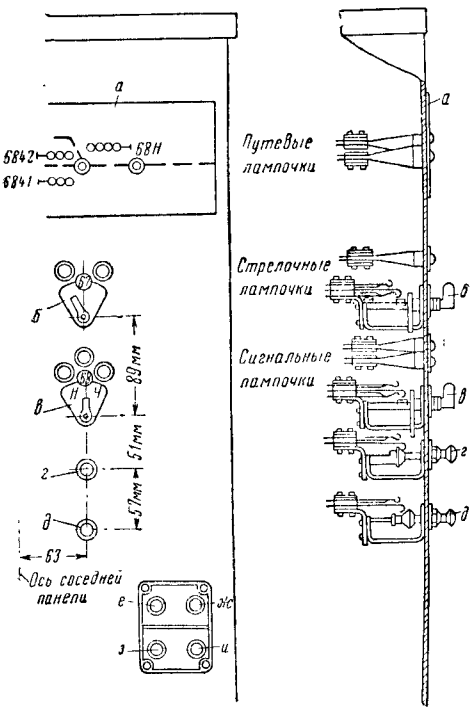
Номер импульса длинного	Номер импульса короткого	Наименование кода и действия импульсов	Продолжительность импульса (в циклах) при регулировке	Продолжительность импульса (в циклах) при эксплоатации
2÷8		Выбор контрольных групп на распорядительном посту	20,5±3 и 4,5±1	3,5÷5,5
9	—	Участок приближения занят		
—	9	Участок приближения свободен		
10	—	Светофоры Н и Ч закрыты		
11	—	Стрелочная секция занята	17,5±1 и 4,5±1	16÷19 и 3,5÷5,5
—	11	Стрелочная секция свободна		
12	—	Светофор Н открыт		
13	15	Стрелка в плюсовом положении		
14	—	Светофор Ч открыт		
15	13	Стрелка в минусовом положении		
—	13	Недоход остряка		
—	15			
16	—	Включение контрольных реле на распорядительном посту (пусковой импульс)	50±2,5	45÷55



Фиг. 487. Управляющий аппарат

На распорядительно-контрольной панели аппарата размещены (фиг. 488): а) световое табло участка (точечное); б) стрелочные рукоятки (двухпозиционные) с контрольными лампочками: зелёной (левой) — иормального положения и жёлтой (правой) — переведёиого положения стрелки; в) сигнальные рукоятки (трёхпозиционные) с контрольными лампочками: красной (средней) — закрытого положеиия и зелёными (крайними) — откры-

того положения сигналов (*Н* или *Ч*); г) кнопки автодействия стаиционных сигналов (западающие), разрешения манёвров и местного управления стрелками (западающие); д) пусковые кнопки (пружинные).



Фиг. 488. Панель аппарата

В нижней части панели с правой стороны каждого рабочего места расположены: е) лампочка контрольных кодов (жёлтая), ж) лампочка управляющих кодов (красная), з) звонковая кнопка стрелочных секций (западающая), и) кнопка отмены кодов (пружинная).

Внутри аппарата размещены кроссы; каждый кросс рассчитан на пять пар изоляционных пластнок, каждая планка — на 10 контактных пружин; каждая пара пластинок (место) рассчитана на включение одной распорядительно-контрольной группы аппарата (фиг. 489).

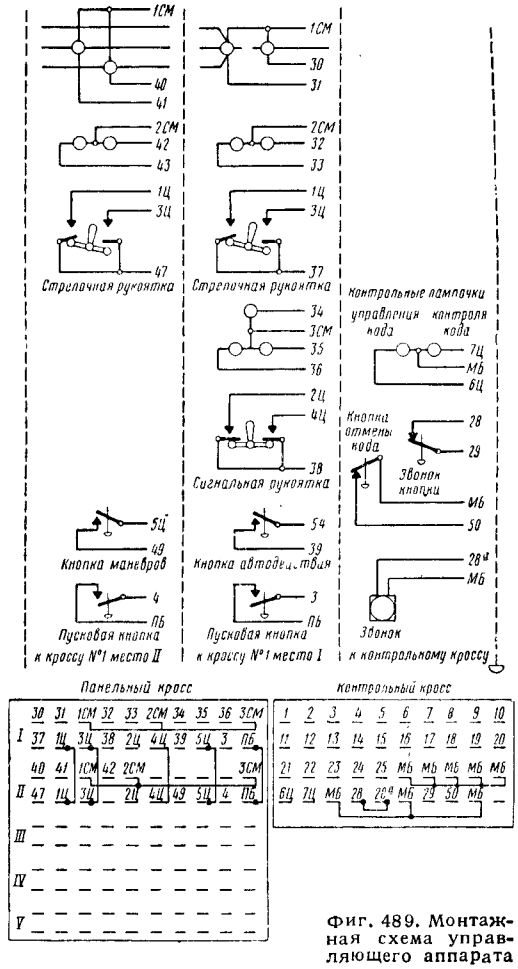
Номерация кроссов ведётся справа налево, а мест на кроссе — сверху вниз. Номерация контактных пружин соответствует номерации клемм кодовых ячеек.

Монтаж аппарата выполнен цветным изолированным одножильным проводом диаметром 0,7 *мм*.

Контактная система рукояток и кнопок должна обеспечивать надёжный контакт со скольжением не менее 0,25 *мм*. При нормальном положении зазор между наклёпками контактных пружин составляет не менее 2,0 *мм*, между контактной и упорной пружинами фронтового замыкания — не менее 0,75 *мм*.

Сила нажатия пружины фронтового контакта на упорную пружину должна быть не менее 20 *г*.

Контрольные лампочки применяются как телефонные, так и коммутаторные на 24 *в*, 5 *вт*. Лампы используются до полного перегорания.



Фиг. 489. Монтажная схема управляющего аппарата

ПОЕЗДОГРАФ

В приставном столике аппарата под стеклом помещается поездограф для автоматической записи исполненного графнка движения.

Поездограф включает лентопротяжный механизм и записывающую часть. Лентопротяжный механизм состоит нз пружинного часового механизма с заводом на 240 час., используемого для посылки импульсов тока в шаговое реле, самого шагового реле и механической передачи. Записывающая часть поездографа состоит из перьев, перьевых электромагнитов и чернильницы.

Часовой механизм периодически замыкает контакт *КЧ* в цепи шагового реле *ШР* (фиг. 490); последнее при помощи якоря *ЯШ*, передаточного стержня *ПС*, толкающего рычага *ТР*, пружины *ТП* поворачивает храповое колесо *ХК1*, которое через червячный винт *ЧВ* и шестерню *Ш1* вращает рабочий барабан *Б1*; последний посредством своих зубьев захватывает ленту графика и сматы-

вает её с рулона *Р*. С барабана *Б1* лента поступает на намоточный барабан *Б2* (шестерня *Ш2* имеет фрикционное сцепление с последним). Для ручной регулировки поездографа (на случай отставания или опережения) имеется рукоятка *РР*.

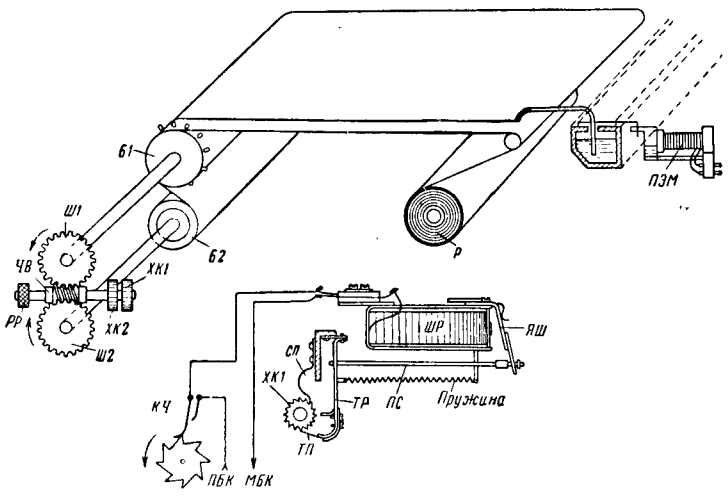
Нормально перо *П* чертит прямую линию на бумаге. При входе поезда на контролируемый участок замыкается цепь соответствующего перьевого электромагнита *ПЭМ*; перо отклоняется в сторону и чертит смещённую линию до выхода поезда с участка, после чего возвращается в исходное положение. Лента с начерченным графиком показана на фиг. 491.

Контакт часового механизма для посылки тока в электромагиит шагового двигателя должен замыкаться 8 раз в мин., скорость ленты — 1,8 *м* за 24 час. (или 2,5 *мм* в 2 мин. — наименьшее давление на ленте).

При небольшом отставании ленты подгонку её можно производить при помощи винта рукоятки регулировки *РР*, расположенного справа у механизма червячной передачи. Неточность хода за 24 час. не должна превышать ± 5 мин

Уровень чернил в чернильнице проверяют контрольным пером в правой части поездографа; контрольное перо короче остальных перьев на 4 *мм*, а потому, когда оно перестаёт писать, необходимо наполнить чернильницу.

При регулировке поездографа следует добиваться, чтобы: а) шаговый двигатель и электромагниты, управляющие перьями, чётко работали при напряжении 16—24 *в*, б) якорь шагового двигателя (при отпавшем якоре)

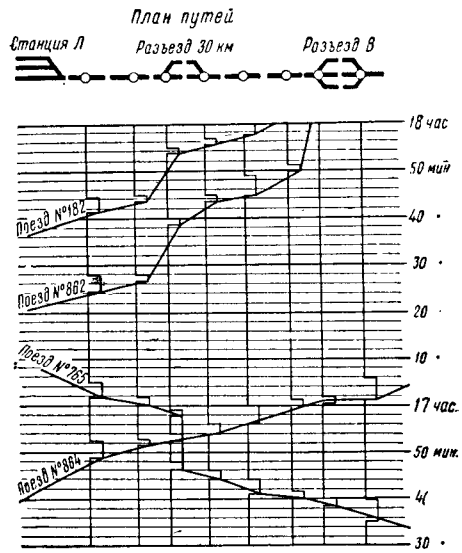


Фиг. 490. Поездограф

имел игру по линии шарнира в вертикальном направлении 0,3—0,7 *мм* и вдоль оси сердечника 0,15—0,3 *мм*; измерения производят щупом между наружной поверхностью якоря и упором.

Бумажная лента для поездографа должна иметь толщину 0,10—0,11 *мм* и ширину 300 ± 1 *мм*.

Длина ленты одного рулона берётся из расчёта непрерывной записи в течение одного месяца плюс небольшой запас, т. е. около 60 *м*.



Фиг. 491. Лента поездографа

КОДОВЫЕ ЯЧЕЙКИ

В системе ДВК-1 применяют кодовые ячейки следующих типов.

На распорядительном посту:

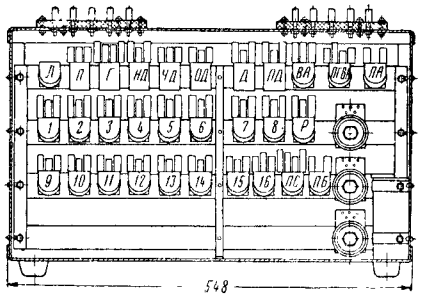
а) центральная ячейка (фиг. 492), служащая для передачи управляющих кодов и приёма контрольных кодов с линии, состоит из одного быстро действующего, 22 нормальных и 7 медленно действующих реле, трёх купроксных выпрямительных столбиков типа КВ, пяти реостатов — одного 5 *ом*, двух 15 *ом* и двух 31 *ом*; двух конденсаторов по 0,5 *мкф*; на фиг. 492 показана номерация зажимов штепсельных щитков центральной ячейки;

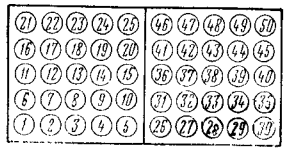
б) избирательная ячейка (фиг. 493), служащая для составления избирательной части управляющего кода и распределения входящих контрольных кодов по местным ячейкам, состоит из 20 нормальных реле;

в) местная ячейка (фиг. 494), предназначенная для включения или выключения контрольных лампочек аппарата при приёме контрольных кодов и для возбуждения управляющих кодов, состоит из 20 нормальных реле, обслуживает две панели аппарата.

На исполнительном (линейном) пункте:

г) линейная ячейка (фиг. 495), служащая для приёма управляющих кодов и передачи контрольных кодов данной линейной группы, состоит из одного быстро действующего, 29 нормальных и 8 медленно действующих

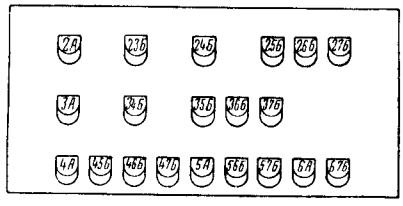


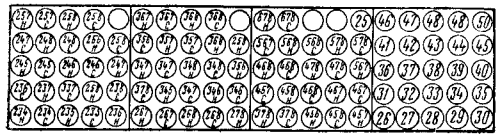


Фиг. 492. Центральная ячейка

реле, трёх купроксных выпрямительных столбиков типа КВ, пяти реостатов — одного 5 *ом*, двух 15 *ом*, одного 31 *ом* и одного 45 *ом*, двух конденсаторов по 0,5 *мкф*, одного термического выключателя;

д) добавочная ячейка (фиг. 496), устанавливаемая при недостаче для включения объектов





Фиг. 493. Избирательная ячейка

линейной группы кодов одного номера, состоит из 10 нормальных и одного медленно действующего реле, одного купроксного выпрямительного столбика типа КВ.

Схема соединения линейной и добавочной ячеек показана на фиг. 497.

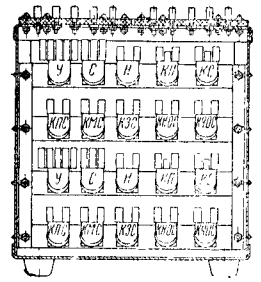
Спецификация реле кодовых ячеек дана в табл. 118.

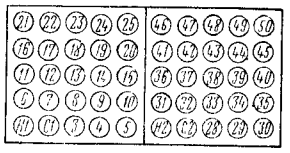
Настройка ячеек на 35 кодов приведена в табл. 119.

Сроки работы ячеек: центральной — не менее 3 мес., линейной—не менее 6 мес. Снятая для осмотра ячейка проверяется в части износа реле и правильности передачи (и приёма) кодов.

Для правильной работы ячейки в целом нужно:

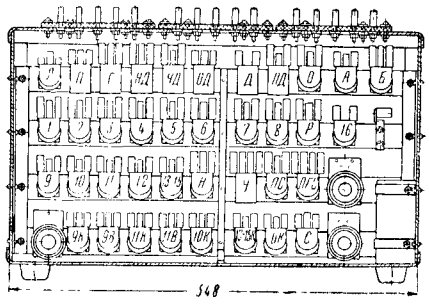
а) отрегулировать реле *П*, изменяя воздушный зазор между якорем и сердечником путём сгибания якоря так, чтобы короткие импульсы размыкания равнялись 4—5 циклам; увеличение зазора ведёт к уменьшению коротких импульсов, уменьшение зазора — к удлинению их; для сгибания якоря служат молоток, тупое медное зубило и специальная подставка (фиг. 498); не допускаются удары по якорю, когда он находится на реле;





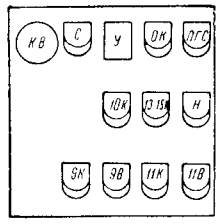
Фиг. 494. Местная ячейка

б) проверить отпадание якорей реле *НД* и *ЧД*; для этого отключают реле *ОД* от цепи, которая при передаче кода ячейкой включает или шунтирует реле *П*; для этого кладут кусочек бумажной ленты между контактами



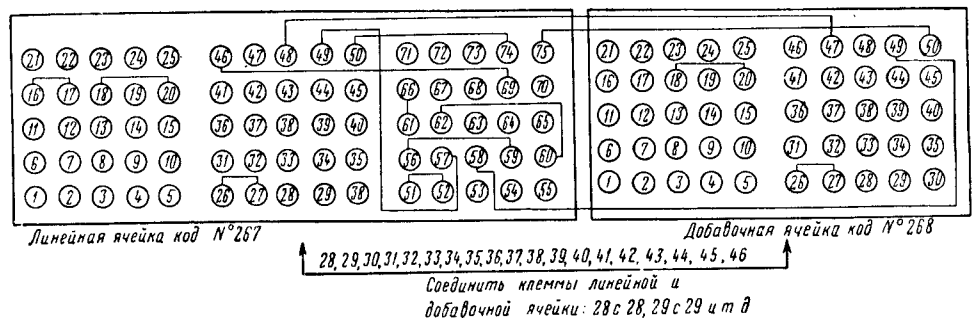
Фиг. 495. Линейная ячейка

реле *ОД*. Если при передаче кода длинные импульсы второй половины кода будут больше 12,5 цикла, то воздушный зазор реле *НД* (или *ЧД*, в зависимости от того, какие измеряются импульсы — размыкания или замыкания) надо сделать несколько бо́льшим, если импульсы эти меньше 12,5 цикла, то воздушный зазор реле *НД* (*ЧД*) надо сделать меньшим; нормально эти импульсы должны быть равны 11,5 ÷ ÷13,5 циклам;



Фиг. 496. Добавочная ячейка

в) вынуть бумагу из реле *ОД* и проверить длинные импульсы второй половины кода,



Фиг. 497. Схема соединения линейной и добавочной ячеек

Таблица 118

Реле кодовых ячеек

Обозначение реле	Сопротивление обмотки в *ом*	Притяжение в *в* не более	Отпадание в *в* не более	Время отпадания в циклах	Форма ярма [1]	Воздушный зазор в *мм*	Контактные группы
Центральная ячейка							
Л	20	—	—	—	1	0,25	1, 7, 1
	31	5,4	3,1	—	1	0,25	1, 7, 1
	72	3,4	2,0	—	1	0,25	1, 7, 1
П	31	5,5	2,3	2,5	2	0,64	12, 65, 17
Г	48	7,2	1,3	6,5	2	0,08	137, 35, 35, 137
НД	48	5,5	0,9	9	2	0,08	132, 665, 132
ЧД	48	5,5	0,5	10	2	0,08	137, 65, 137
ОД	48	5,2	2,0	5	2	0,20	12, 65, 12
Д	48	4,0	0,3	15	2	0,08	12, 7, 12
ПД	48	5,0	0,6	11	2	0,05	137, 7, 185
ВА	72	8,5	3,8	—	1	0,12	137, 334, 132
ПГВА	72	7,0	2,6	—	1	0,25	17, 7, 97, 17
ПА, ПБ	72	6,4	3,4	—	1	0,25	12, 17
1, 2, 3, 4, 5 6, 7, 8	31	4,7	1,5	—	1	0,12	137, 37, 137
Р	31	6,0	2,0	—	1	0,12	137, 37, 97, 137
9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	72	5,8	2,4	—	1	0,25	12, 7, 12
16	31	3,8	1,2	—	1	0,25	12, 32, 17
ПС	48	8,0	3,6	—	2	0,25	137, 2, 85, 137
Избирательная ячейка							
2А, 23Б	31	9,0	4,0	—	1	0,12	137, 97, 334, 97, 137
3А, 24Б, 34Б	48	9,0	4,0	—	1	0,12	137, 97, 334, 137
4А, 25Б, 35Б, 45Б	72	8,5	3,7	—	1	0,12	137, 334, 197
5А, 26Б, 36Б, 46Б, 56Б	72	7,0	3,0	—	1	0,12	137, 2, 137
6А, 27Б, 37Б, 47Б, 57Б, 67Б	72	5,8	2,4	—	1	0,25	12, 7, 12
Местная ячейка							
У	31	9,0	3,7	—	1	0,25	137, 97, 97,
С	72	7,8	3,4	—	1	0,25	97, 137, 132, 37, 137
Н	72	5,0	2,0	—	1	0,25	12—12
КП, КС	280	8,0	3,5	—	1	0,12	12, 5, 17
КПС, КМС, КЗС, КНОС, КЧОС	280	8,0	3,5	—	1	0,12	12—12
Линейная ячейка							
Л	20	—	—	—	1	0,25	1, 7, 1
	31	5,4	3,1	—	1	0,25	1, 7, 1
	72	3,4	2,0	—	1	0,25	1, 7, 1
П	31	5,5	2,3	2,5	2	0,64	12, 65, 17
Г	48	7,0	1,5	3,5	2	0,25	137, 334, 137
НД	48	5,5	0,9	9	2	0,08	132, 665, 132
ЧД	48	5,5	0,5	10	2	0,08	137, 65, 137
ОД	48	5,2	2,0	5	2	0,20	12, 65, 12
Д	48	3,2	0,3	15	2	0,08	12—12
ПД	48	5,0	0,6	11	2	0,05	137, 7, 185
О	72	7,2	3,2	—	1	0,25	132, 65, 132
А	72	5,8	2,4	—	1	0,25	12, 7, 12
Б	72	8,5	3,8	—	1	0,12	132, 334, 137
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	31	4,7	1,5	—	1	0,12	137, 37, 137
Р	31	6,0	2,0	—	1	0,12	137, 37, 97, 137
16	48	4,0	1,5	—	1	0,25	12—17
9, 10, 11, 12, 13—15	72	5,8	2,4	—	1	0,25	12, 7, 12
Н	72	5,8	2,4	—	1	0,25	12, 7, 12
У	31	6,7	1,4	5	2	0,25	137, 97, 334, 137
ПС	72	8,5	4,0	—	1	0,25	137, 85, 137
ПГС	48	8,8	3,8	—	1	0,25	137, 97, 97, 137
9К, 9В, К11, 11В, 10К	280	8,5	3,5	—	1	0,12	17—17
13—15К	280	8,7	4,5	—	1	0,12	12, 2, 17
ОК	72	9,0	4,0	—	1	0,12	137, 97, 137
С	72	8,5	4,8	—	1	0,50	12, 37, 17
Добавочная ячейка							
С	72	8,5	4,8	—	1	0,5	12, 37, 17
У	31	6,7	1,4	5	2	0,25	137, 334, 97, 137
ОК	72	9,0	4,0	—	1	0,12	137, 97, 137
ПГС	48	8,8	3,8	—	1	0,25	137, 97, 97, 137
10К	280	8,5	3,5	—	1	0,12	17—17
13—15К	280	8,7	4,5	—	1	0,12	12, 2, 17
Н	72	5,8	2,4	—	1	0,25	12, 7, 12
9К, 9В, 11К, 11В	280	8,5	3,5	—	1	0,12	17—17

[1] 1 — Г-образная; 2 — П-образная.

которые должны быть равны 16,5÷18,5 циклам; если импульс будет больше, то якорь реле *ОД* надо выгнуть наружу, если меньше, то вогнуть внутрь;

г) отрегулировать реле *Д* так, чтобы якорь его оставался притянутым во всё время передачи кода при напряжении 16 *в*;

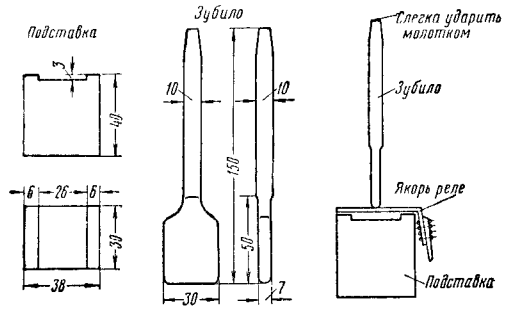
д) проверить работу термического выключателя; для этого возбуждают реле *Н* и передают коды до размыкания контакта выключателя, которое должно произойти после непрерывной передачи 10—12 кодов; если контакт разомкнётся позднее, то следует согнуть серебряную контактную пластину, уменьшив её нажатие, если раньше — разогнуть, увеличив её нажатие, и снова повторить передачу.

Ячейка работает правильно при изменении напряжения от 16 до 24 *в*.

Таблица 119

Настройка ячеек

№ кодового индекса	Зажимы ячейки: должны быть соединены перемычками со следующими						Число добавочных ячеек
	51	59	49	60	61	50	
234 235 236 237 238	52	53	54 55 56 57 58	62	63	71 72 73 74 75	4
245 246 247 248	52	54	55 56 57 58	62	64	72 73 74 75	3
256 257 258	52	55	56 57 58	62	65	73 74 75	2
267 268	52	56	57 58	62	66	74 75	1
278	52	57	58	62	67	75	—
345 346 347 348	53	54	55 56 57 58	63	64	72 73 74 75	3
356 357 358	53	55	56 57 58	63	65	73 74 75	2
367 368	53	56	57 58	63	66	74 75	1
378	53	57	58	63	67	75	—
456 457 458	54	55	56 57 58	64	65	73 74 75	2
467 468	54	56	57 58	64	66	74 75	1
478	54	57	58	64	67	75	—
567 568	55	56	57 58	65	66	74 75	1
578	55	57	58	65	67	75	—
678	56	57	58	66	67	75	—



Фиг. 498. Инструмент для регулировки кодовых реле

РЕЛЕ КДР

Реле КДР применяются трёх типов:

а) КДР-1 — нормального действия с полукруглым якорем и Г-образным ярмом на 3—5 контактных групп;

б) КДР-2 — быстро действующее (линейное) с полукруглым якорем, Г-образным ярмом на одну контактную группу;

в) КДР-3 — медленно действующее с прямоугольным якорем, П-образным ярмом (с разветвлённой магнитной цепью) на 3—5 контактных групп.

ЦИКЛОГРАФ

Для измерения продолжительности импульсов кодов служит циклограф, показывающий результат измерения в циклах (периодах) переменного тока (равных 0,02 сек.).

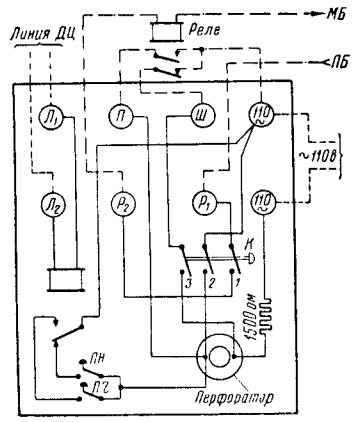
Циклограф состоит из перфоратора — поляризованного электромагнита с якорем, имеющим два острых зубца, линейного реле типа КДР-2, одинакового с линейными реле ДЦ, реостата 1 500 *ом*, служащего для ограничения силы тока при шунтировании перфоратора, двух переключателей для измерения нечётных (при размыкании линии) и чётных (при замыкании) импульсов кода, кнопки для испытания замедления реле и проверки исправности прибора, катушки для ленты и выводных клемм для подключения питания проверяемых цепи и реле (фиг. 499).

При включении циклографа в сеть переменного тока якорь перфоратора приходит в колебательное движение и при пропускании между его зубцами обычной телеграфной ленты набивает на ней два ряда точек; расстояние между двумя точками одного ряда соответствует одному циклу (периоду) переменного тока, равному 0,02 сек.

При помощи циклографа измеряют:

а) продолжительность нечётных импульсов, т. е. импульсов размыкания линии (для измерения замыкают переключатель *ПН*);

б) продолжительность чётных импульсов, т. е. импульсов замыкания линии (для измерения замыкают переключагель *ПЧ*);



Фиг. 499. Схема циклографа

в) время притяжения реле (для измерения замыкают кнопку *К*);

г) время отпадания реле (для измерения отпускают кнопку *К*).

ЛИНИЯ

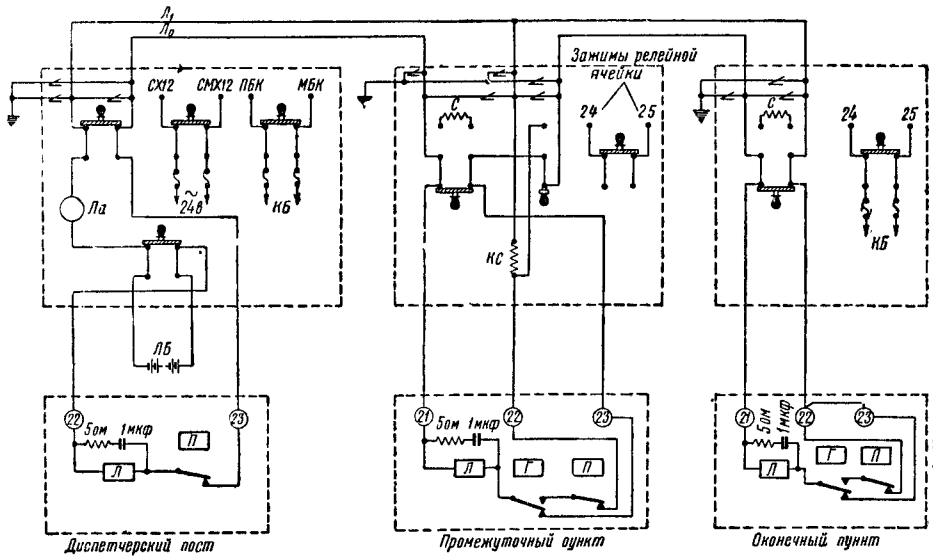
Принципиальная схема линейной цепи *ДЦ* показана на фиг. 500, где *ЛБ* — линейная батарея; *Л* — лампочка накаливания; *КБ* — кодовая батарея; *С* — сопротивление, компенсирующее линейное реле; *КС* — компенсирующее сопротивление, включаемое в цепь кодовой батареи, две вилки для включения вольтметров в цепи, двухполюсные рубильники с искрогасителями для отключения линии, батарей и переменного тока (24 *в*), реостат на 540 *ом* и 0,3 *а* для регулирования силы тока линии; на обратной стороне щита — молниеотводы и предохранители линейной цепи на 0,25 *в*, предохранители кодовой цепи на 6 *а*, предохранители цепи питания контрольных ламп (переменного тока 24 *в*) на 6 *а*.

На линейном вводном щитке установлены рубильник для включения кодовой ячейки данного линейного пункта, рубильник для отключения части кодовой линии, расположенной за данной линейной группой, рубильник для включения батареи, питающей кодовую ячейку, молниеотводы и предохранители. Для компенсации сопротивления части линии, отключаемой при передаче контрольного кода, служит реостат (комбинированное сопротивление) на 600 *ом* и 0,5 *а* (типа КС-600). Реостат (фиг. 501) имеет четыре катушки с четырьмя выводами; ставя между последними перемычки согласно табл. 120, можно получить пятнадцать комбинаций сопротивлений.

Пример. Если поставить перемычку между зажимами *3* и *4* и включить реостат в наружную цепь выводами *1* и *3* (см. строку 7 табл. 120), то получим сопротивление

$$r = \frac{200 \cdot 400}{200 + 400} = 133 \text{ ом}.$$

Для бесперебойной работы кодовой линии особенно важно исправное состояние линейных вводных щитков, в частности пружин искрогасителей, прочное крепление рубильников, надёжность контактных соединений и целость изоляции. Изоляцию линии необходимо проверять не реже 1 раза в месяц.



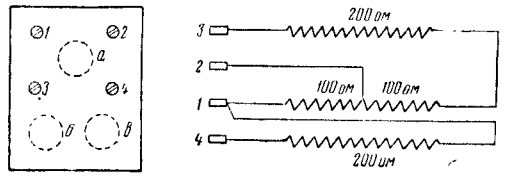
Фиг. 500. Схема линейной цепи

На постовом линейном щите установлены вольтметр на 250 *в* и миллиамперметр на 250 *ма* постоянного тока, включаемые в линейную цепь, вольтметр на 25 *в*

Таблица 120

Комбинации сопротивлений

№ по пор.	Сопротивление в *ом*	Выводы	Перемычки	№ по пор.	Сопротивление в *ом*	Выводы	Перемычки
1	55	1 и 2	1—3,2—4	9	200	1 и 4	—
2	67	1 » 2	2—4	10	275	2 » 4	1—3
3	25	1 » 2	1—3	11	300	2 » 4	—
4	83	1 » 2	3—4	12	367	1 » 3	2—4
5	100	1 » 2	—	13	400	1 » 3	—
6	120	2 » 4	1—2,3—4	14	500	3 » 4	1—2
7	133	1 » 3	3—4	15	600	3 » 4	—
8	150	2 » 4	3—4				



Фиг. 501. Комбинированное сопротивление: слева—панель реостата; справа—схема реостата; *1, 2, 3, 4*—клеммные зажимы; *а, б, в*—катушки реостата

В качестве линейного реле применяют реле типа КДР с характеристиками, указанными в табл. 121.

Таблица 121

Характеристика реле типа КДР

Сопротивление обмотки в *ом*	Ток нормальной работы в *ма*	Ток притяжения в *ма*	Ток отпадания в *ма*
20	150	66±4	38±5
31	120	54±4	31±5
72	75	34±4	20±5

СХЕМА ТОКОПРОХОЖДЕНИЯ

Общая схема кодовых устройств распорядительного поста дана на фиг. 502; схема кодовых устройств линейного пункта — на фиг. 503; диаграмма порядка действий кодовых устройств при передаче управляющего кода и передаче контрольного кода — на фиг. 504 и 505.

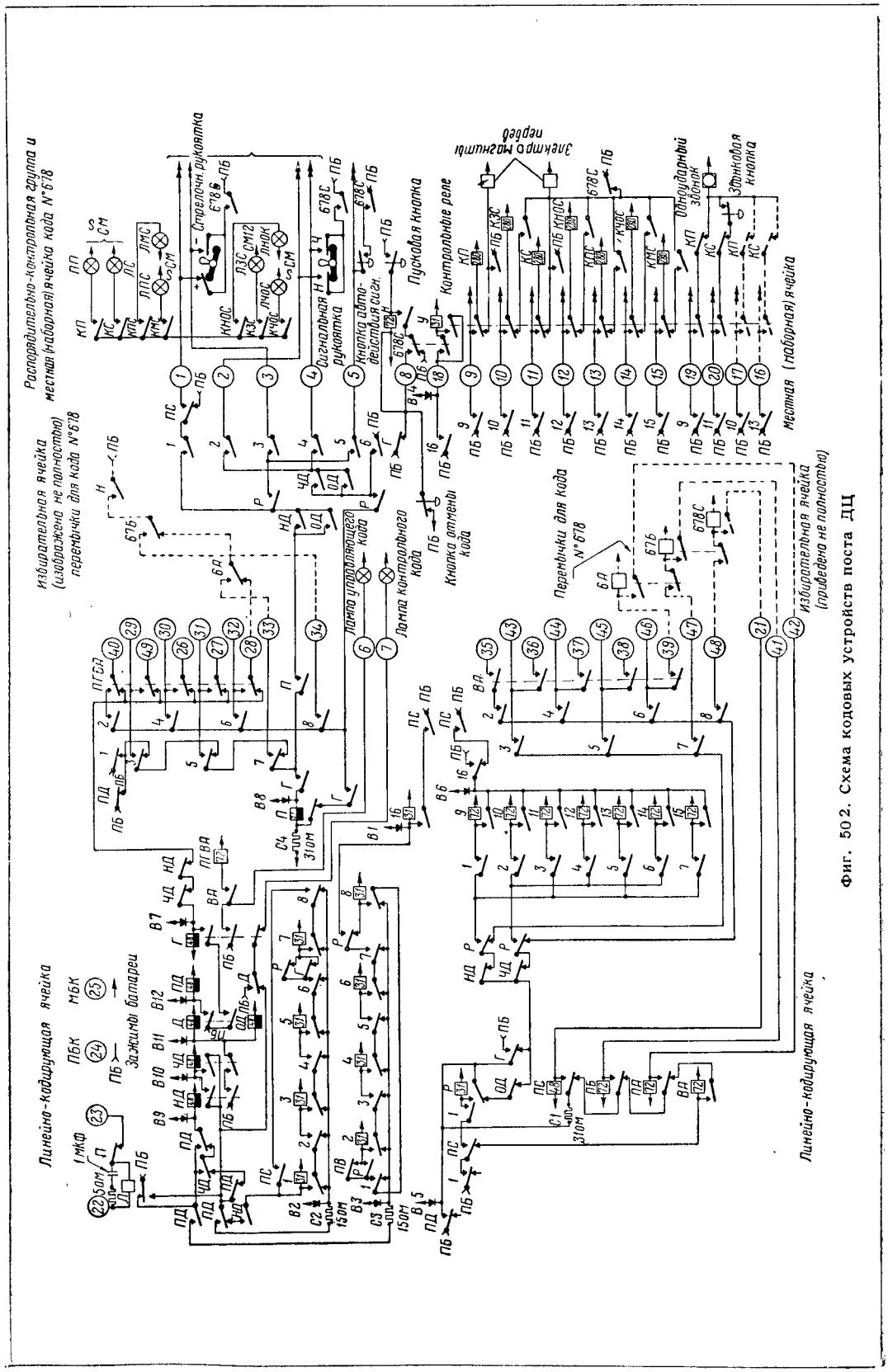
Приведённые схемы составлены для кода индекса 678 (избирательные части кодов, относящиеся к различным линейным пунктам, отличаются друг от друга своими индексами; индекс состоит из трёх цифр, показывающих номера удлинённых импульсов избирательной части кода). Обозначения реле и их назначение указаны в табл. 122.

Противоповторные реле прерывают пусковые цепи после окончания контрольного кода и одновременно подготовляют новые цепи

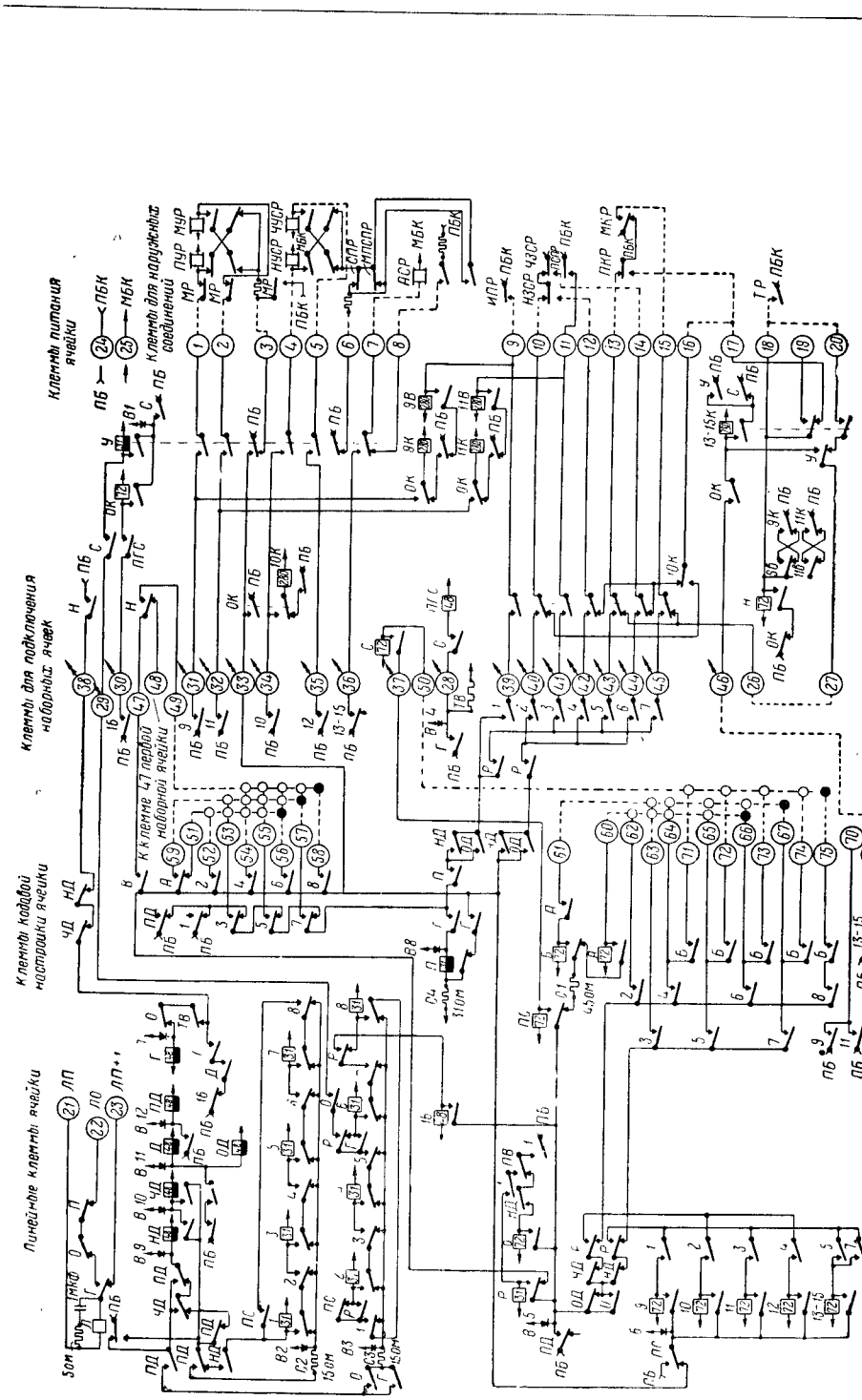
Таблица 122

Наименование и назначение реле

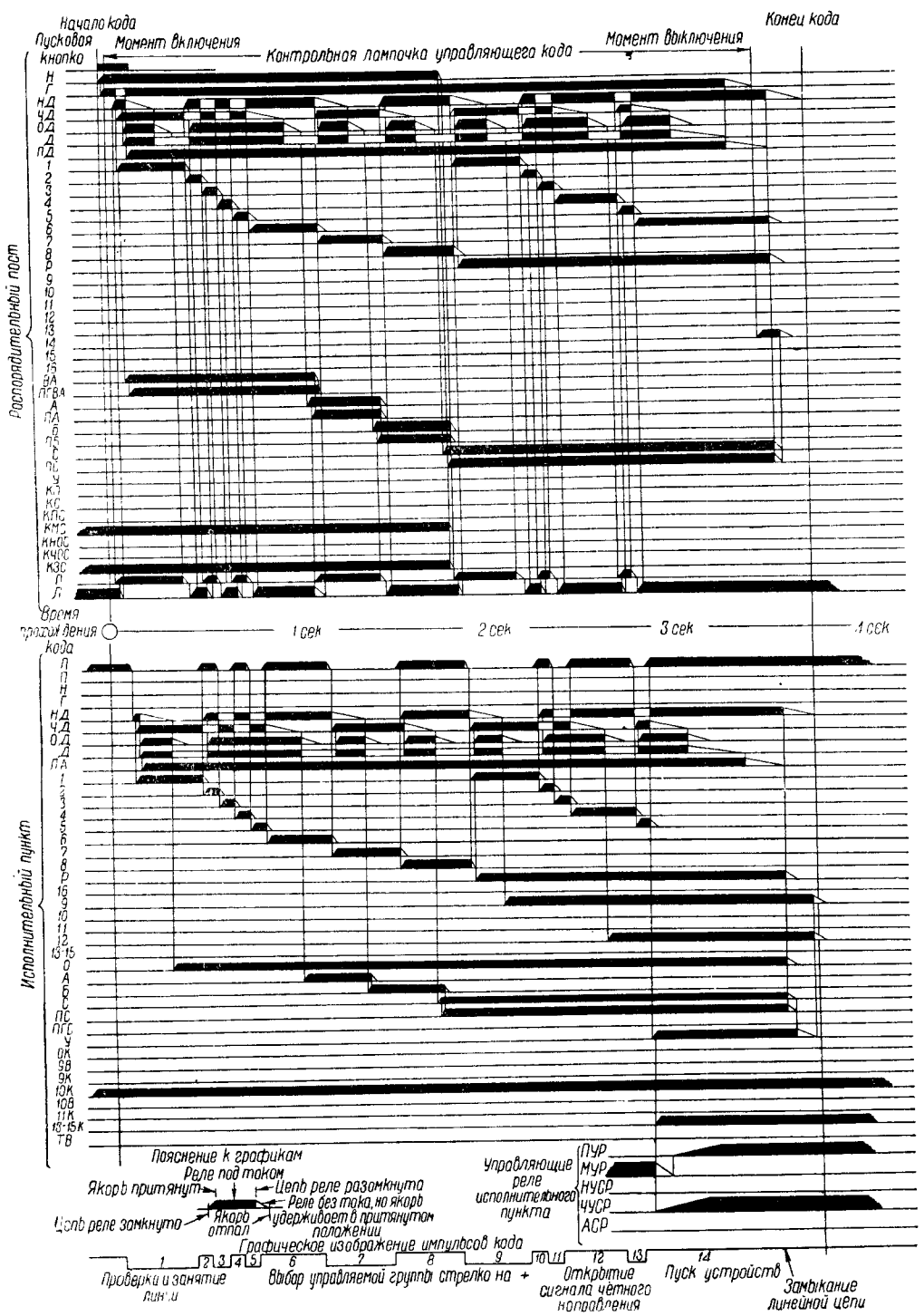
Обозначение реле	Наименование и назначение реле	Обозначение реле	Наименование и назначение реле
Л	Линейное реле, повторяющее импульсы для управления кодовым устройством (обмотка его включена в линию)	*16*	Реле 16-го длинного импульса
		ПА и *ПБ*	Повторители избирательных реле *А* и *Б*
		ПС	Повторитель третьего избирательного реле *С*
П	Передающее реле (реле-передатчик), передающее импульсы кода на линию (его контакт включён в линейную цепь)	*2А 23Б*	Избирательные реле первой и второй групп (*А* и *Б*). Номерами при номенклатуре указываются импульсы, от которых срабатывает данное реле
Г	Главное реле, переключающее схему распорядительного поста или исполнительного пункта с приёма на передачу кода	и т. д.	
НД	Кодирующее реле нечётное (отпускает свой якорь при нечётном длинном импульсе)	*У*	Управляющее реле, передающее с последним импульсом полученную с линии информацию контрольным реле
ЧД	Кодирующее реле чётное	*С*	Избирательное реле третьей группы
ОД	Добавочно-удлиняющее реле (добавляет своё замедление к замедлению кодирующих *НД* и *ЧД*)	*Н*	Начинающее реле, с возбуждения которого начинается передача кода
		КП	Контрольное реле участка приближения
Д	Реле рабочего состояния (держащее реле), удерживающее схему в рабочем положении во всё время передачи кода	*КС*	Контрольное реле стрелочной секции
		КПС	Контрольное реле плюсового положения стрелки
ПД	Повторитель реле *Д*	*КМС*	Контрольное реле минусового положения стрелки
ВА	Включающее реле (только в центральной ячейке), подключающее цепи возбуждения группы первых селекторных реле	*КЗС*	Контрольное реле закрытых светофоров
		КНОС	Контрольное реле открытого светофора Н
ПГВА	Повторитель реле *Г* и *ВА*, подключающий при передаче кода местные вызывные цепи к центральному кодовому устройству (для генерации импульсов)	*КЧОС*	Контрольное реле открытого светофора Ч
		О	Отключающее реле, не допускающее передачи контрольного кода, если линия занята управляющим кодом
1—8	Номерные реле, ведущие счёт импульсов кода (срабатывают дважды за время передачи кода)	*9В*	Возбудитель кода приближения
		11В	Возбудитель кода стрелочной секции
		10К	Противоповторное реле сигнальное
Р	Разделительное реле, переводящее схему с приёма или передачи вызывной части на приём или передачу распорядительной части	*9К* и *11К*	Противоповторное реле приближения и стрелочной секции
		13К—15К	Противоповторное реле стрелки
9—15	Номерные избирательные реле, регистрирующие длинные импульсы от 9-го до 15-го	*ОК*	Общее противоповторное реле



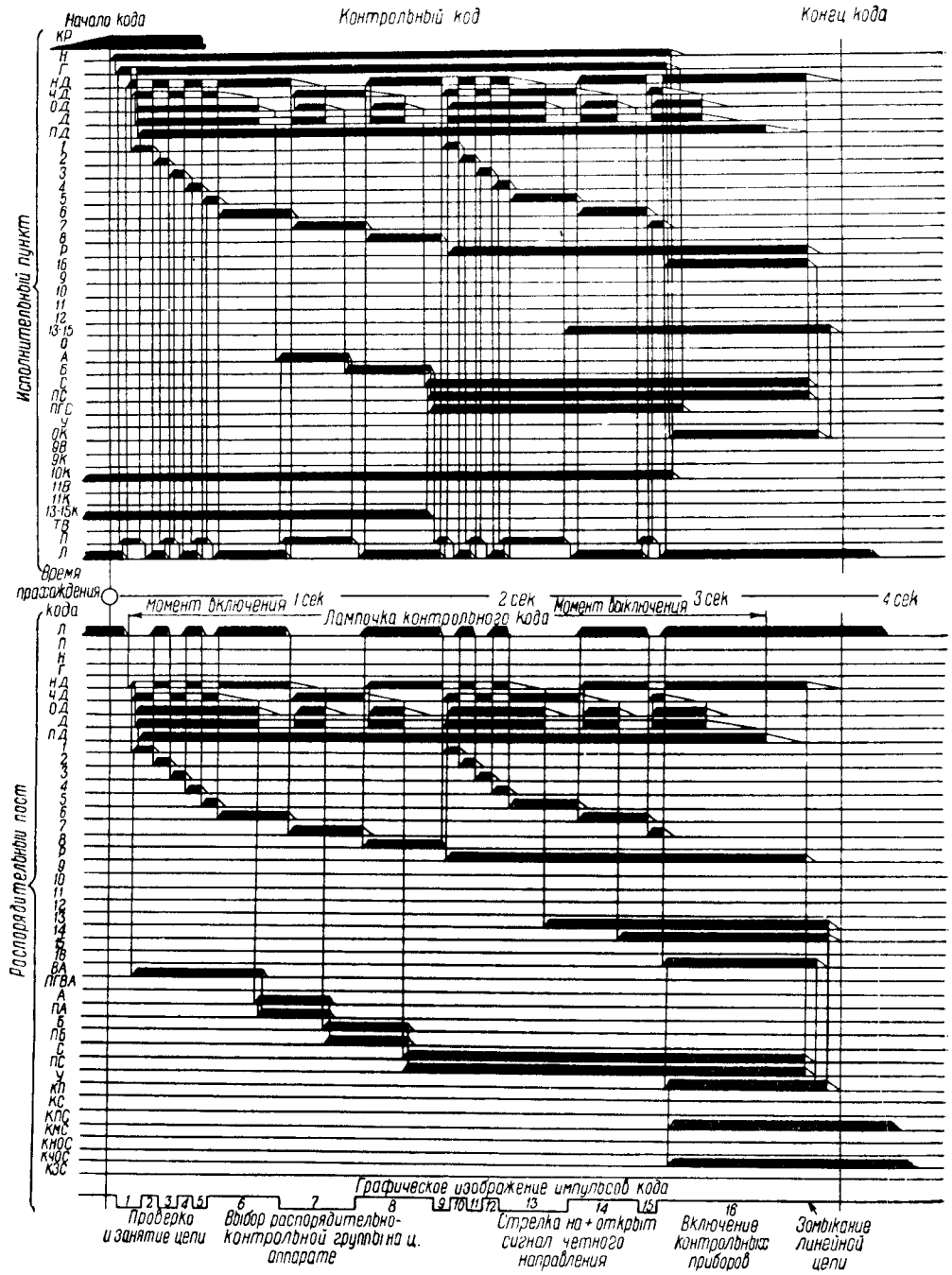
Фиг. 502. Схема кодовых устройств поста ДЦ



Фиг. 503. Схема кодовых устройств линейного пункта ДЦ



Фиг. 504. Диаграмма управляющего кода



Фиг. 505. Диаграмма контрольного кода

для соответствующего пускового действия. Контрольные самоблокирующие реле управляют контрольными лампочками и электромагнитами перьев поездографа.

Термический выключатель *ТВ* в линейной ячейке выключает кодовую ячейку, когда один и тот же код из-за неисправности ячейки передаётся подряд длительное время, не производя никакого действия

СИСТЕМА ДВК-2 (МАРШРУТНАЯ)

В последние годы система ДВК-1 была модернизирована. Применена линейная цепь с параллельным включением линейных реле, которые дают возможность при передаче контрольного кода не размыкать линию, как это имеет место при последовательном включении линейных реле, а шунтировать контактом передатчика. Увеличена ёмкость системы при помощи управляющего кода на 16 импульсов и контрольного кода на 18 импульсов и применено маршрутное (групповое) управление стрелками и другие усовершенствования кодовых схем.

Схема кодовых устройств поста системы ДВК-2 показана на фиг. 506 и 507, схема кодовых устройств напольного пункта— на фиг. 508 и 509.

Линейная цепь с параллельным включением линейных реле позволяет по одной паре линейных проводов управлять двумя или более комплектами кодовой аппаратуры путём наложения несущей частоты для передачи кодов второй и третьей секциям *ДЦ*.

Линейные реле применены поляризованные, причём линейное реле поста предусмотрено нормальное, а линейное реле напольных пунктов — поляризованное, с преобладанием, при котором реле, будучи обесточено, переключает контакты в положение преобладания. Обычно линейная цепь находится под током. При передаче управляющего кода линейная цепь размыкается и замыкается без изменения полярности линейного тока. При передаче контрольного тока полярность тока меняется, при этом напольное линейное реле, находящееся между передающим напольным пунктом и принимающим постом, при изменении полярности тока в их обмотках переключает контакты в положение преобладания, поэтому дальнейшая передача контрольного кода на них никакого воздействия не будет оказывать до окончания передачи кода. В случае обрыва линейной цепи система будет нормально функционировать до места обрыва линии.

Линейная цепь ДЦ с параллельным включением может быть использована не только для передачи кодов следующей секции устройств, но и для телефонной, телеграфной и диспетчерской избирательной связи путём использования несущих частот и установки необходимых фильтров.

СТРЕЛОЧНЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАМОК 10872-00

Стрелочный электрический замок 10872-00 (фиг. 510) служит для замыкания и контроля нецентрализованных стрелок, главным образом стрелок примыкания на перегоне участка ДЦ.

Стрелочный электрозамок состоит из соленоида 10872А, ригеля *48* с контактной системой для контроля нормального положения стрелки, контактной системы контроля взреза стрелки, оси *45* замка с эксцентриком *47*, останова и контакта соленоида, заключённых в чугунный корпус *1* с крышкой *23*.

Соленоид 10872А представляет собой электромагнит, нормально находящийся без тока; сердечник электромагнита под действием пружины выдвинут из соленоида, конец его находится в вырезе останова (сектора), укреплённого на оси замка, таким образом ограничивая вращение оси последнего.

Катушка соленоида имеет сопротивление обмотки 40 *ом*, рабочее напряжение 9,5 *в*, ток 0,24 *а*.

Ригель применяется для запирания тяги, связывающей замок с остряками стрелки; при переводе стрелки, когда ригель перемещается вверх, размыкается его контакт. С левой стороны ригеля находится палец *41* с подвижным контактом, размыкающимся при взрезе стрелки. В нормальном положении этот палец прижат к линейке спиральной пружиной *11*; когда стрелка отпирается, палец удерживается в прежнем положении планкой *43*, укреплённой на ригеле, и остаётся в этом положении, пока стрелка находится в переведённом положении.

На наружном конце оси замка насажена рукоятка для отпирания замка. Для подъёма и опускания ригеля на оси, в пазу его насажен эксцентрик.

Действие замка. При необходимости перевода стрелки, оборудованной электрозамком, замыкается цепь питания соленоида замка, но фактически указанная цепь замкнётся после поворота рукоятки замка, когда замкнётся контакт этой рукоятки. При повороте рукоятки против часовой стрелки на 20° зуб сектора, связанный с рукояткой, выходит из зацепления с сердечником соленоида; при дальнейшем вращении рукоятки врубающим контактом замыкается цепь питания соленоида; сердечник втягивается в соленоид, давая возможность повернуть рукоятку на 180°. При повороте на 70° размыкается контакт в цепи соленоида, и его сердечник под действием пружины будет скользить на ободе сектора, а эксцентрик на оси замка поднимет ригель на 16 *мм* и освободит линейку, связанную с остряком. Теперь стрелка может быть переведена в другое положение. В случае заедания сердечника соленоида его принудительно вытягивает зуб, укреплённый на секторе.

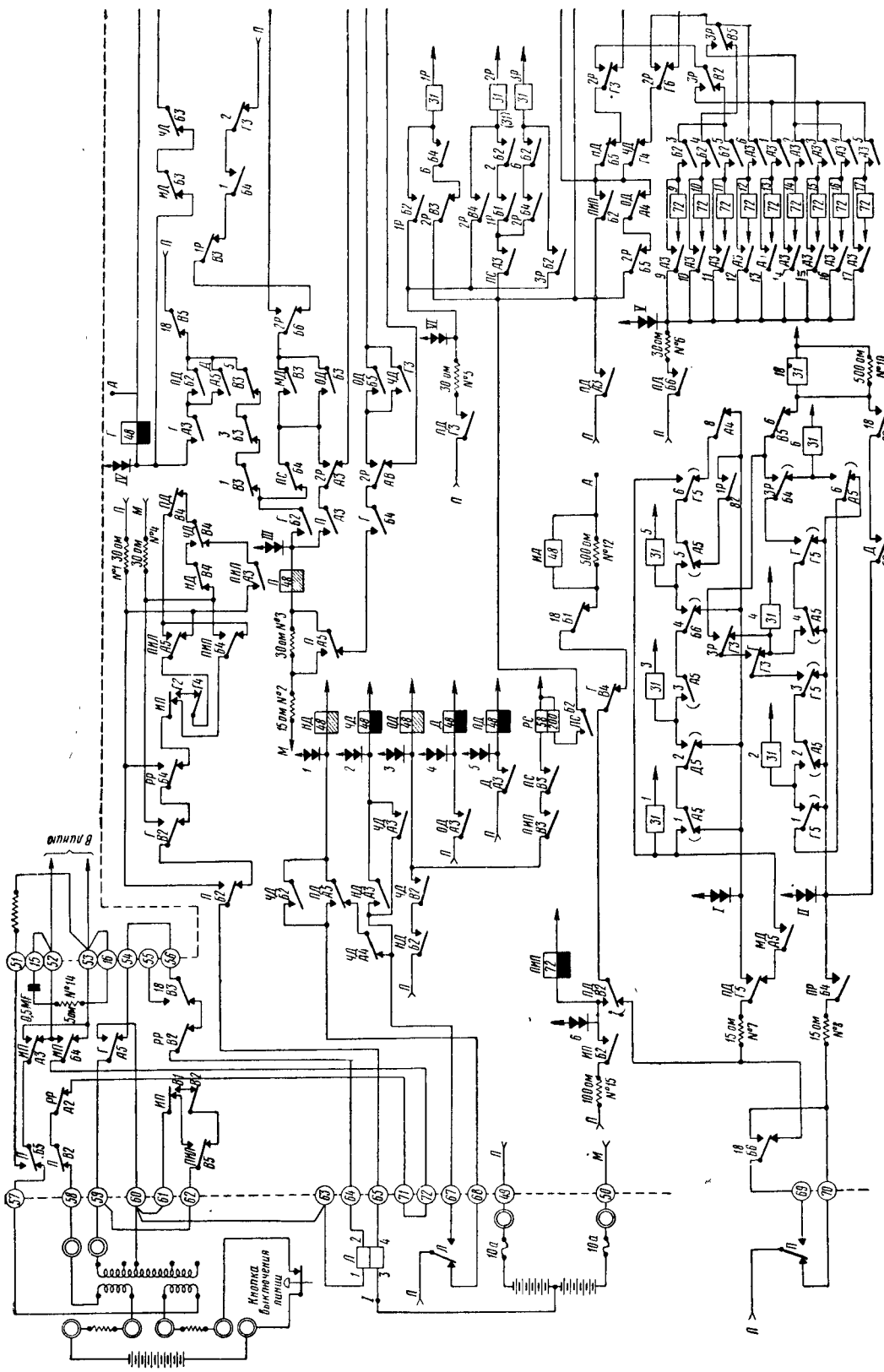
При взрезе стрелки остряк потянет за собой линейку (будут срезаны два болта при усилии не менее 800 *кг*), конец которой выйдет из-под пальца и под действием пружины опустится вниз, разрывая цепь контроля стрелки.

Нормы. Сердечник соленоида должен запирать ось замка, входя в вырез сектора на $5 \pm 0{,}5$ *мм*.

Ход ригеля замка должен быть $16 \pm 0{,}5$ *мм*.

Зазор между торцевой поверхностью сердечника и поверхностью выреза сектора должен быть $1 \pm 0{,}3$ *мм*.

При отмыкании замка планка, укреплённая на ригеле, поднимает контакт взреза



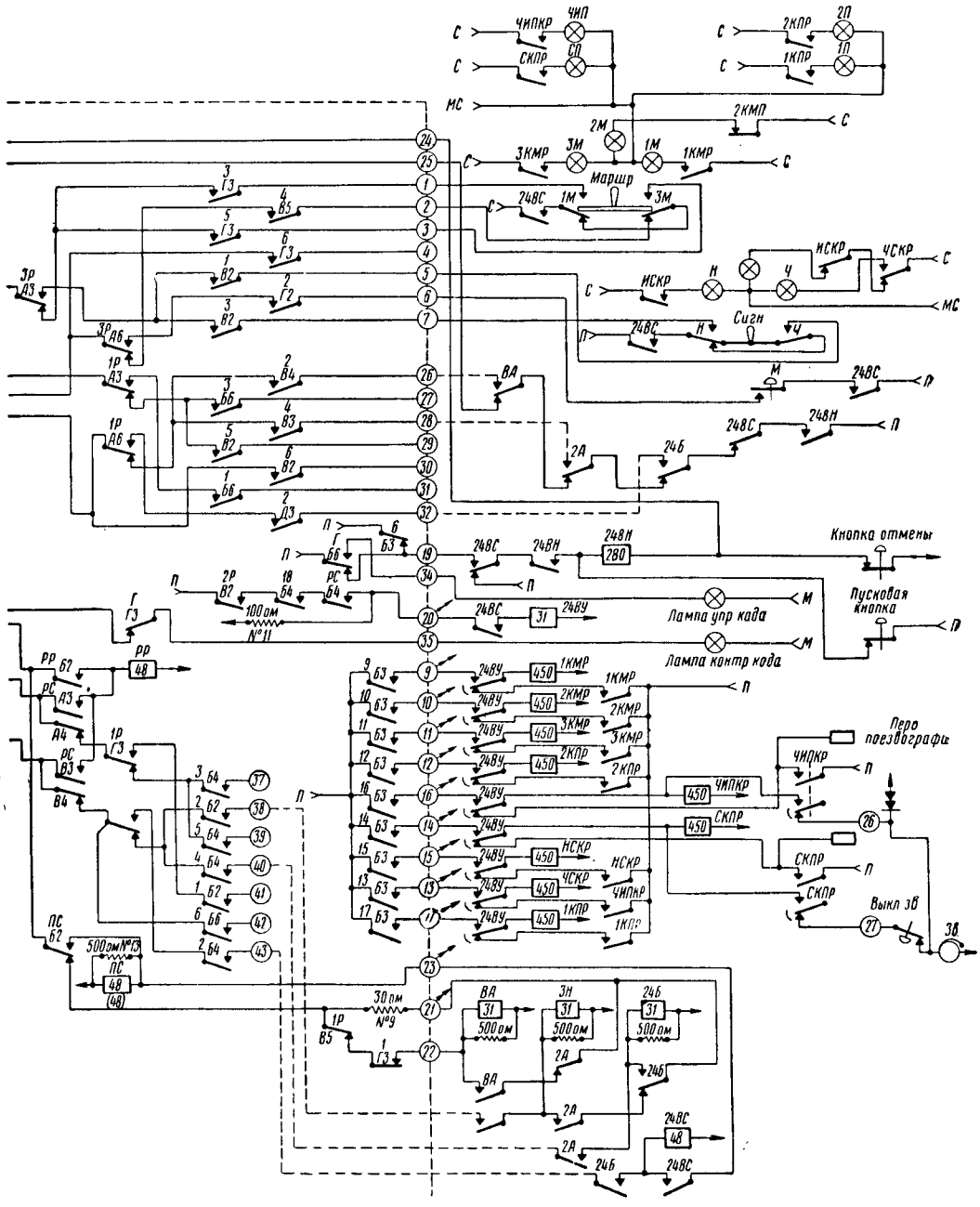
Фиг. 506. Схема кодовых устройств поста ДЦ типа ДВК-2

стрелки на 3 *мм*, не размыкая клемм неподвижного контакта.

Взрезной контакт при взрезе стрелки должен опуститься вниз под действием пружины на 10 *мм*, разомкнув клеммы неподвижного контакта. Диаметр шейки срезного болта определяется в зависимости от применяемого материала с расчётом одновременного среза четырёх площадей шеек болтов от заданного усилия 800 *кг*.

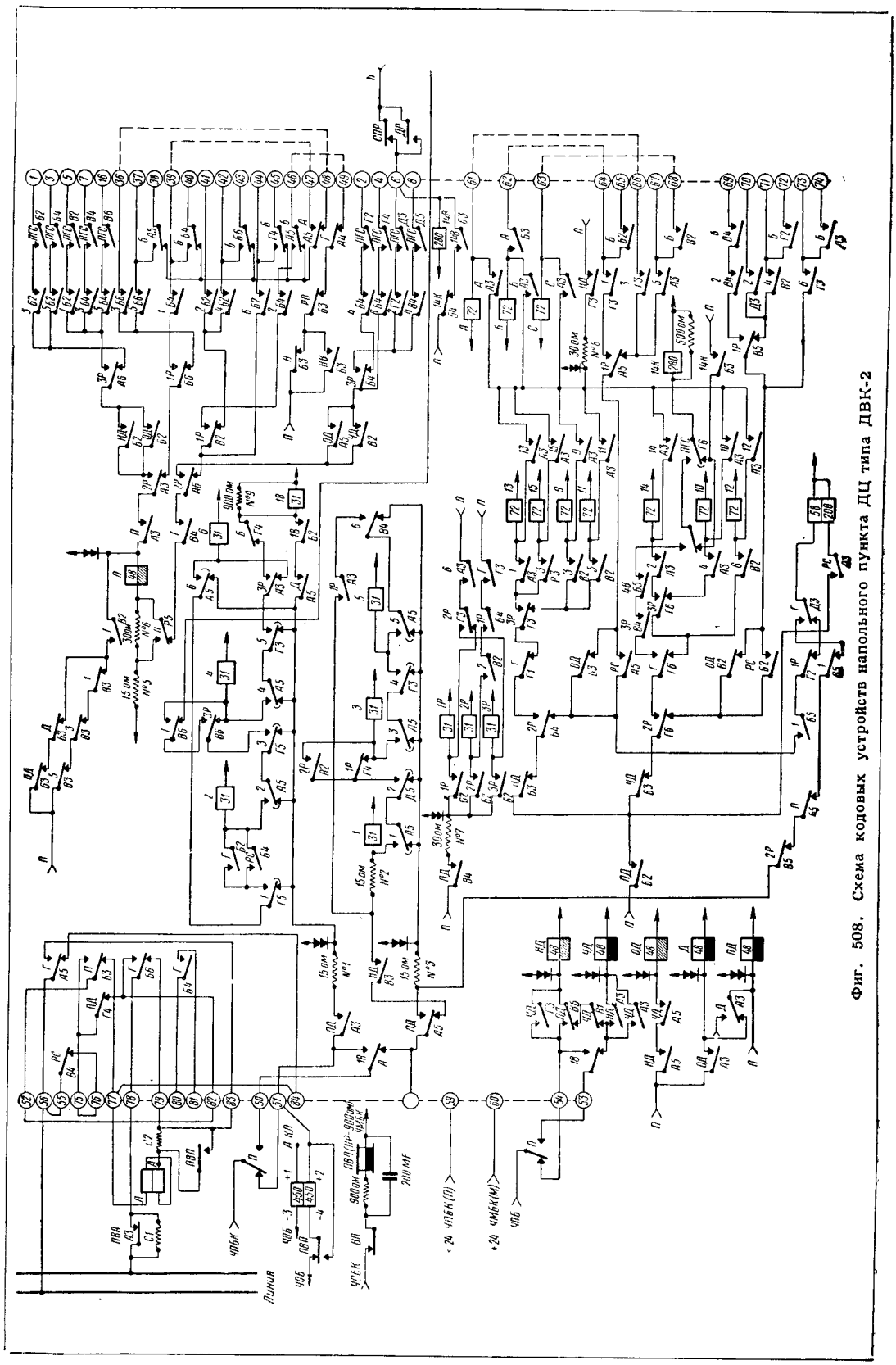
Ось замка должна иметь поворот на 180° и вращаться свободно, без заеданий.

Сопротивление изоляции токоведущих частей по отношению к корпусу должно быть не менее 2 *мгом*.



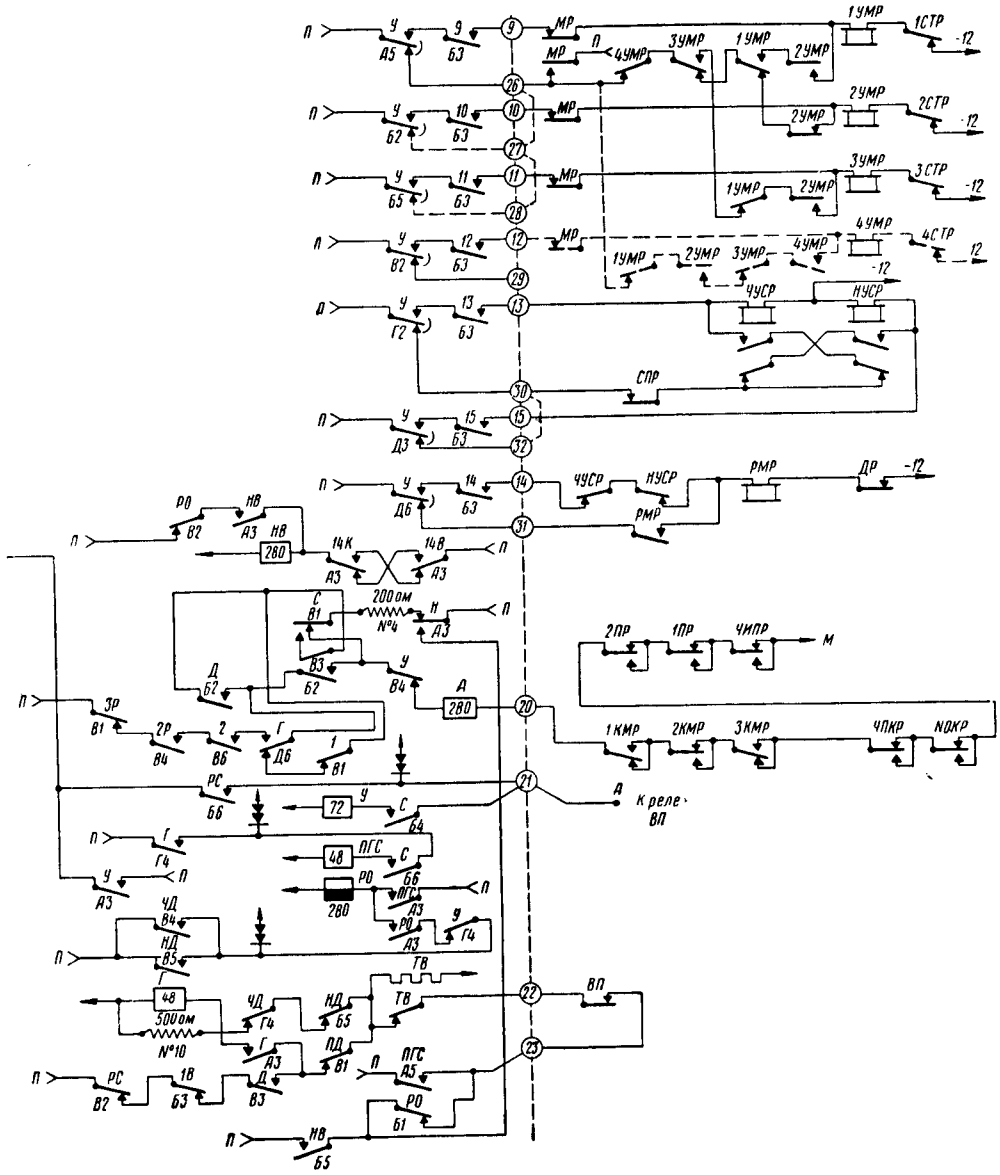
Фиг. 507. Схема кодовых устройств поста ДЦ типа ДВК-2

Гарнитура для установки замка на стрелках типа I-а и II-а с прижатым остряком применяется по черт. 10922-00 (фиг. 511), с отжатым остряком — по черт. 10922 А-00.



Фиг. 508. Схема кодовых устройств напольного пункта ДЦ типа ДВК-2

В комплект гарнитуры входят два угольника для установки электрического замка, крепёжные болты к нему, изоляция фундаментных угольников к стрелке типа I-а контакт. Срезные болты усилены для исключения самопроизвольного взреза стрелки при попытке перевести её в запертом положении замка.



Фиг. 509. Схема кодовых устройств напольного пункта ДЦ типа ДВК-2

и II-а черт. 7536-00, к стрелке типа III-а черт. 7538-00 и валика с распорной втулкой и гайками для соединения ригеля с тягой, связанной с остряками стрелки.

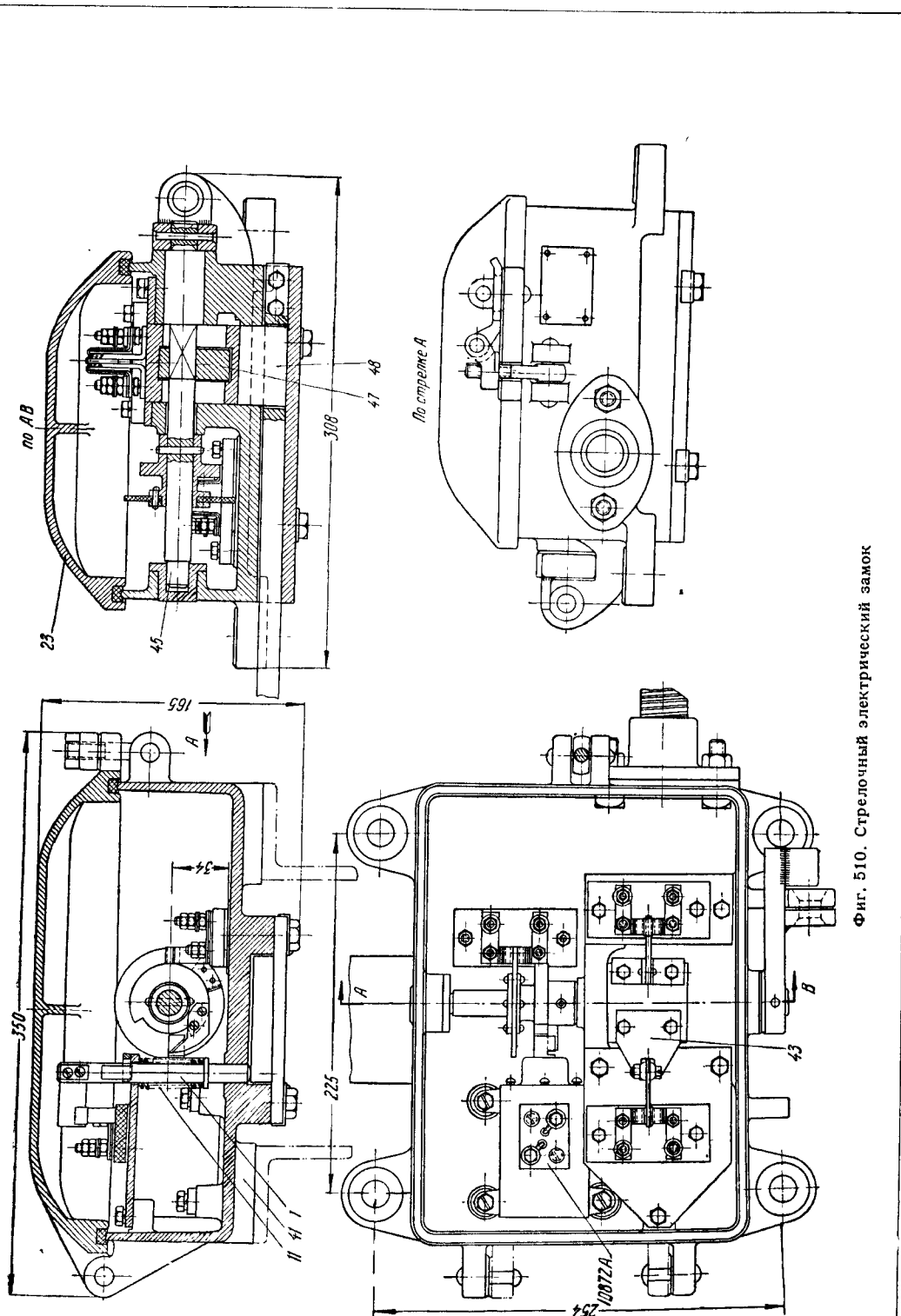
При установке замка необходимо руководствоваться основными установочными размерами, приведёнными в табл. 123.

В настоящее время конструкция стрелочного электрического замка модернизирована: палец *41* нормально опущен и замыкает взрезной коитакт. При взрезе стрелки под действием скошениой части линейки палец *41* поднимается вверх и размыкает свой

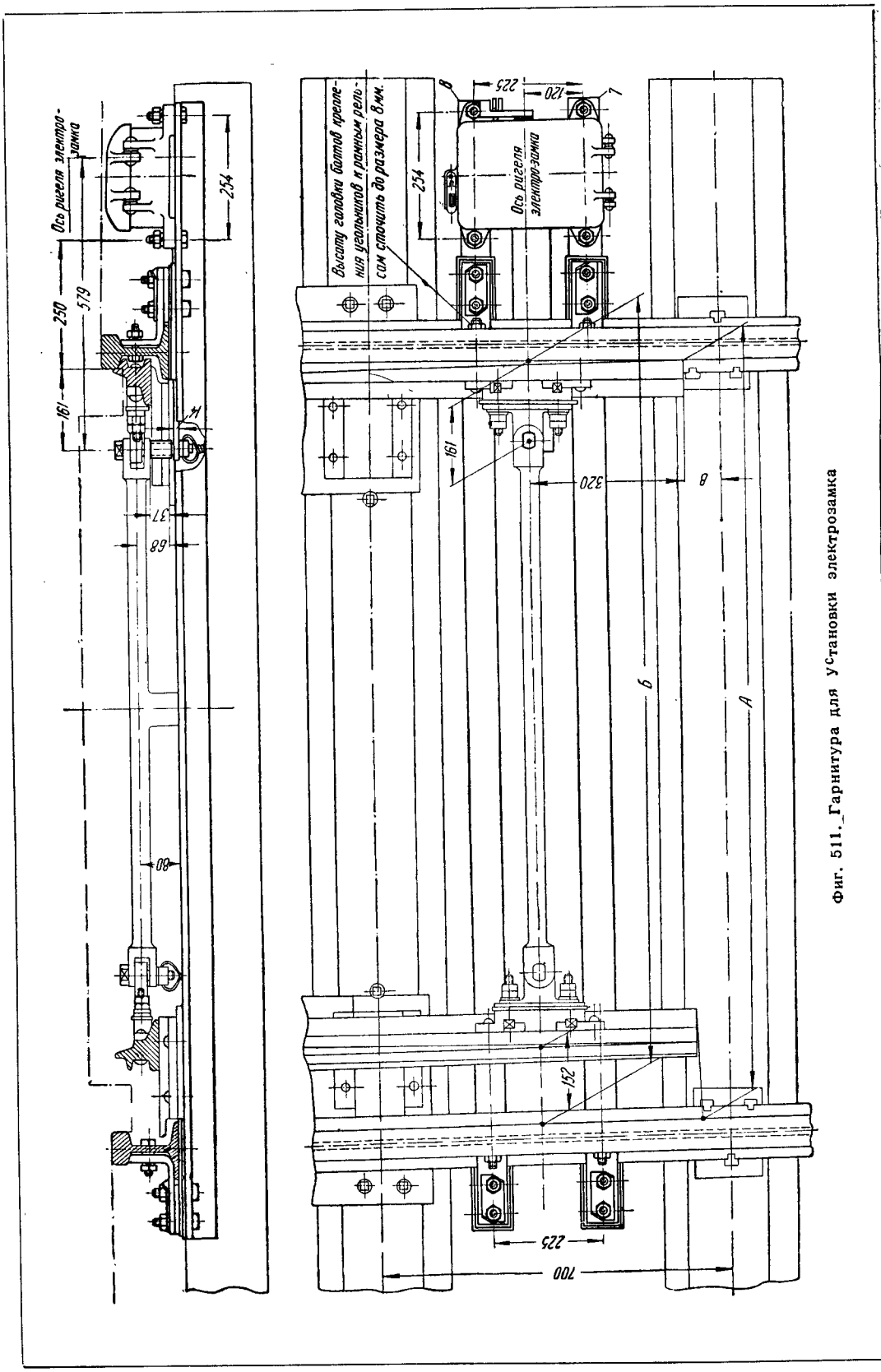
Таблица 123

Установочные размеры замка

Стрелки		Размеры в *мм*		
тип	марка	*А*	*Б*	*В*
I-а	1/9	1 541	1 547,6	59
I-а	1/11	1 536	1 543	39
II-а	1/9	1 541	1 547,5	57
II-а	1/11	1 536	1 543	39



Фиг. 510. Стрелочный электрический замок



Фиг. 511. Гарнитура для установки электрозамка

ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ УСТРОЙСТВ СЦБ

ПИТАНИЕ АВТОБЛОКИРОВКИ

Характеристика систем питания и область их применения

В настоящее время при питании автоблокировки применяют: а) систему переменного тока, б) смешанную систему с резервом от аккумуляторов, в) смешанную систему с резервом от первичных элементов, г) буферную систему и д) систему питания от первичных элементов большой ёмкости.

Система переменного тока. Рельсовые цепи и сигнальные лампы питаются только переменным током. Линейные цепи получают питание от сухих купроксных или селеновых выпрямителей или непосредственно от переменного тока. В зависимости от способа питания линейных цепей устанавливают соответствующие реле.

При перерыве подачи переменного тока действие автоблокировки прекращается.

Система применяется на участках железных дорог с электротягой и на участках с паровой тягой, на которых в ближайшие годы должна быть введена электротяга, а также в пригородных районах, где имеются блуждающие токи от трамвайных линий.

Смешанная система с резервом от аккумуляторов. Рельсовые и линейные цепи питаются от аккумуляторов, непрерывно подзаряжаемых сухими выпрямителями. Сигнальные лампы питаются переменным током, а при перерыве в питании переменным током подключаются аварийным реле к линейной аккумуляторной батарее. Аккумуляторные батареи обеспечивают действие автоблокировки при прекращении переменного тока. Система применяется на участках с паровой тягой.

Смешанная система с резервом от первичных элементов. Сигнальные лампы питаются от переменного тока, рельсовые и линейные цепи — от выпрямленного сухими выпрямителями переменного тока. При отсутствии переменного тока питание устройств переключается аварийным реле на первичные элементы. От пунктов питания автоблокировки требуется несколько меньшая мощность, и длины плеч высоковольтной линии могут быть увеличены, так как не нужно обеспечивать послеаварийный заряд аккумуляторных батарей. Благодаря большому запасу ёмкости элементов источники питания могут быть менее надёжными и даже не работающими часть суток.

Буферная система. Отличается от смешанной системы отсутствием сигнальных трансформаторов и аварийных реле, а также питанием сигнальных ламп от линейной аккумуляторной батареи. Система применяется на участках с паровой тягой, в основном при автоблокировке с прожекторными светофорами.

Система питания от первичных элементов большой ёмкости. Все устройства питаются первичными элементами. При этом в отличие от вышеописанных систем не требуется строительства высоковольтной линии и пунктов питания. Сигнальные провода подвешивают на линиях связи. Систему применяют на участках железных дорог с паровой тягой, на которых затруднены получение энергии переменного тока и строительство высоковольтных линий.

Наиболее дешёвый и наименее сложный вариант энергоснабжения, обеспечивающий устойчивое питание устройств, выбирают на основе технико-экономического сравнения.

При технико-экономическом сравнении учитывают не только первоначальные затраты на оборудование и монтаж, но и последующие эксплоатационные расходы в ближайшие годы. При приблизительно равной стоимости различных вариантов предпочтительнее выбирать тот из них, при котором требуется наименьшее количество силового кабеля, высоковольтного оборудования и затрат рабочей силы.

Электрические расчёты высоковольтных линий автоблокировки

Для электрического расчёта высоковольтной линии автоблокировки определяют мощность переменного тока, потребляемого приборами сигнальных точек. При этом активные и реактивные составляющие мощности берут по табл. 124 и 125.

При резерве от аккумуляторов по табл. 124 берутся мощности в послеаварийном режиме.

Таблица 124

Потребление энергии приборами сигнальных точек

Наименование прибора	Нормальный режим				Послеаварийный режим			
	P_a в *вт*	P_p в *ва*	$P_к$ в *ва*	cos φ	P_a в *вт*	P_p в *ва*	$P_к$ в *ва*	cos φ
Выпрямитель ПТВ	7,0	10,5	12,7	0,55	15,0	20,0	25,0	0,60
» СТВ	8,0	9,4	12,3	0,65	18,0	18,5	26,0	0,70
» КТВ	11,0	20,0	23,0	0,48	60,0	80,0	100,0	0,60
Трансформатор СОБС с АР-1 и одной лампой 15 *вт*	25,0	11,3	27,5	0,91	—	—	—	—
То же, с двумя лампами по 15 *вт*	46,0	13,0	48,0	0,96	—	—	—	—
» » с одной лампой 5 *вт*	10,0	10,8	14,7	0,68	—	—	—	—
» » с двумя лампами по 5 *вт*	17,0	11,0	20,3	0,83	—	—	—	—
» » при холостом ходе	2,72	10,5	13,6	0,20	—	—	—	—
Местная обмотка реле ДСР-1	25,0	49,0	55,0	0,45	—	—	—	—
» » » ДСР-3	12,0	53,5	55,0	0,22	—	—	—	—
Реле АР-1	2,2	4,9	5,4	0,40	—	—	—	—

Таблица 125

Потребление энергии рельсовыми цепями

Тип рельсовой цепи		Длина рельсовой цепи в *м*	P_a в *вт*	P_p в *ва*	$P_к$ в *ва*	cos φ
Однониточная при электротяге	С реле ДСР-3	350 450 550	30 34 44	117 118 120	121 123 126	0,23 0,26 0,33
	С трансформатором РТЭ-1 и реле КНР-2	100 200 300	43 63 91	61 76 90	75 99 128	0,57 0,64 0,71
Двухниточная при электротяге с дроссельями	С реле ДСР-1	500 800 1 000 1 200 1 500	51 68 77 97 116	114 140 154 183 206	125 156 172 207 237	0,41 0,44 0,45 0,47 0,49
При паровой тяге	С реле ДСР-1	500 1 000 1 500	15 19 26	60 60 62	62 63 67	0,24 0,30 0,40
	С трансформатором РТ-1 и реле КНР-2	200 400 800 1 200	27 33 51 90	63 65 69 77	68 73 85 118	0,39 0,45 0,59 0,76

Примечание. Сопротивление соединительных проводов на питающем и релейном концах рельсовой цепи равно 0,3 *ом*.

Полная кажущаяся мощность

$$P_к = \sqrt{P_a^2 + P_p^2}, \qquad (1)$$

где $P_к$ — полная мощность;
P_a — сумма активных составляющих;
P_p — сумма реактивных составляющих.

По величине потребляемой приборами мощности определяется мощность линейного трансформатора. Нагрузка на высоковольтную линию от данной сигнальной точки определяется с учётом активных и реактивных потерь в линейном трансформаторе. Величины потерь в зависимости от нагрузки указаны на фиг. 512.

Полная мощность, потребляемая сигнальной точкой, определяется по той же формуле (1).

На участке с предварительным зажиганием сигналов мощность трансформаторов СОБС, нагруженных лампами, учитывается только для сигнальных точек с горящими сигналами при максимальном количестве поездов на перегонах расчётного участка.

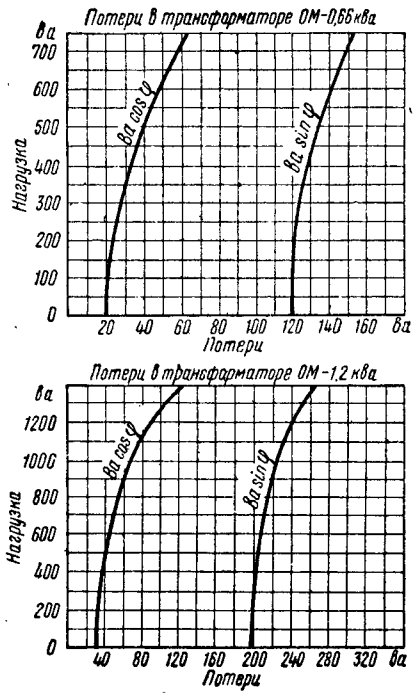
При расчёте полной нагрузки на высоковольтную линию учитывается также ёмкостная мощность самой линии. Ёмкостная мощность на 1 *км* типовой воздушной линии равна 104 *ва*. На 1 *км* кабельной линии (кабель СБ 3 × 10) она равна 2 150 *ва*.

Полная нагрузка на высоковольтную линию определяется также по формуле (1).

При небольшой разнице в величине станционных нагрузок падение напряжения в линии рассчитывают по формуле

$$\Delta U = L \cdot I \cdot Z\sqrt{3}, \qquad (2)$$

где L — половина длины линии (нагрузка прилагается к середине плеча);
I — сила тока в *а*;
Z — полное сопротивление 1 *км* провода переменному току в *ом*.

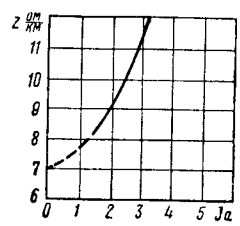


Фиг. 512. Величина потерь в линейных трансформаторах

Значения Z для различной плотности тока на 1 $мм^2$ сечения провода приведены на фиг. 513.

При большой разнице в станционных нагрузках расчёт ведётся по методу фиктивного плеча.

В этом случае к середине плеча высоковольтной линии прилагают только суммарную нагрузку перегонных сигнальных точек. Нагрузки станционных устройств располагают по оси станций.



Фиг. 513. Величина сопротивления провода в зависимости от нагрузки

Ёмкостная мощность линии прилагается вместе с нагрузкой перегонов к середине линии.

В формулу (2) в этом случае вместо L подставляется длина фиктивного плеча, определяемая по формуле

$$L_ф = \frac{l_1P_1 + l_2P_2 + l_3P_3 + \ldots + l_nP_n}{P_к}, \quad (3)$$

где l — расстояния в $км$ от начала линии до точек приложения нагрузок;

P — величины нагрузок в $ва$ полной мощности;

$P_к$ — полная нагрузка на высоковольтную линию, определённая по формуле (1).

Падение напряжения при попеременном питании высоковольтной линии с двух сторон не должно превышать 15%.

Питающие и распределительные пункты

Каждое плечо высоковольтной линии, как правило, должно быть обеспечено питанием переменным током с обоих концов (исключением является смешанная система питания с резервом от первичных элементов). При этом на одном конце располагается основной питающий пункт, а на втором — резервный. Расположение питающих пунктов выбирается с учётом возможности получения электроэнергии достаточной мощности и стабильного напряжения от надёжного, обеспеченного резервом, источника и максимальной длины плеч высоковольтной линии при данных нагрузках на неё.

В зависимости от местных условий питание может производиться:

а) подключением к существующим подстанциям и электростанциям с оборудованием питающих устройств непосредственно в этих подстанциях и электростанциях;

б) подключением к существующим подстанциям и электростанциям с постройкой новых трансформаторных подстанций или киосков;

в) от электрических станций, построенных специально для питания устройств автоблокировки;

г) от существующих линий электропередач и сетей высокого напряжения через специально для этой цели оборудованные высоковольтные воздушные распределительные пункты.

Чаще всего существующие источники питания (электростанции или тяговые подстанции) дают электроэнергию для питания автоблокировки при напряжении 220—380 $в$ и не имеют свободного места для оборудования в них высоковольтных ячеек, поэтому строят дополнительную повышающую подстанцию.

Если повышающая подстанция предназначается для основного питания линии автоблокировки, то она оборудуется как подстанция закрытого типа, и на фидерах автоблокировки предусматривается максимально-токовая и земляная защиты и соответствующая сигнализация.

Если пункт питания является резервным, то в тех случаях, когда это возможно по местным условиям, следует оборудовать открытую мачтовую подстанцию, более простую и дешёвую по сравнению с закрытой подстанцией. Отсутствие эффективной защиты в этом случае может быть допущено, так как обычно резервные пункты питания включаются редко и на короткие промежутки времени.

Конструкция и схема мачтовой подстанции с двумя воздушными выводами приведены на фиг. 514. Оборудование мачтовой подстанции состоит из трансформатора ТМ-20/6 или ТМ-50/6, шести разрядников, двух трёхполюсных разъединителей с ручными приводами и трёх комбинированных предохранителей-разъединителей.

На фиг. 515 представлены конструкция и схема мачтовой подстанции с одним воздушным и одним кабельным выводами. В этом случае со стороны кабеля разрядники не устанавливаются.

На фиг. 514 и 515 в схемах подстанций указаны разъединители типа РЗН-Г2. В настоящее время промышленность специально для автоблокировки выпускает новые разъединители облегчённого типа РЛН-6/100. Этими разъединителями оборудуют вновь строящиеся мачтовые подстанции.

В качестве основных источников питания автоблокировки смешанной или буферной системы и на всех пунктах питания автоблокировки переменного тока рекомендуется применение типовых трансформаторных киосков закрытого типа.

Габаритные размеры киоска: длина — 8,54 $м$, ширина — 4,76 $м$, высота — 5,20 $м$; площадь застройки — 40,65 $м^2$; строительная кубатура — 195,0 $м^3$.

Трёхлинейная схема коммутации киоска приведена на фиг. 516.

В случае необходимости трансформатор может быть установлен мощностью до 100 $ква$, а масляные выключатели заменены на более мощные.

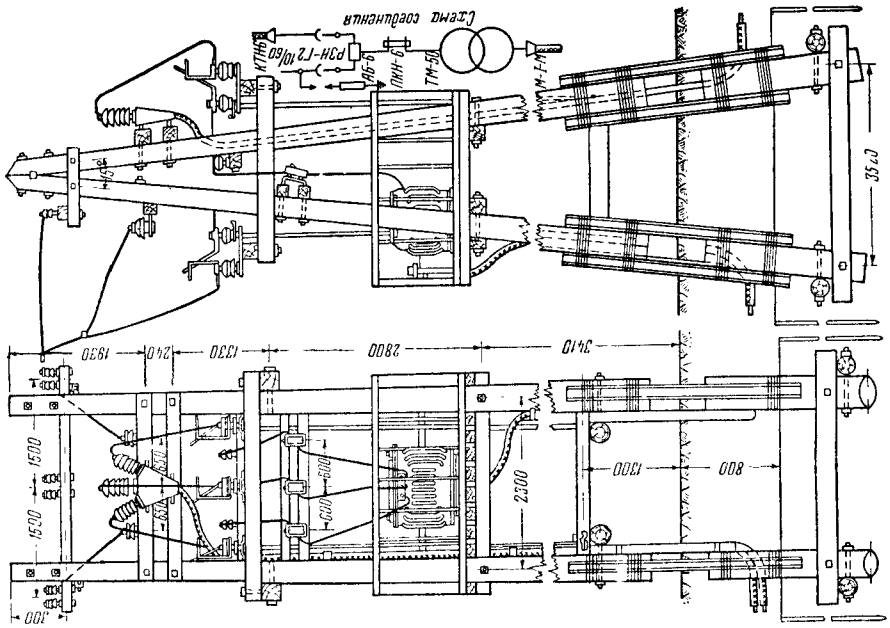
Часть оборудования, указанного на фиг. 516 и в спецификации (табл. 126), в настоящее время заводами не поставляется и имеется только в существующих киосках. Во вновь оборудуемых киосках применяются масляные выключатели типов ВМГ-122, ВМ-16 и ВМБ-10, разъединители типов РЛВ-III, РВТ-22 и РВО-22, силовые предохранители типа ПК и взамен предохранителей и сопротивлений

к трансформаторам напряжения — предохранители типа ПКТ с кварцевым наполнением. Указанный в спецификации привод к масляному выключателю при применении масляного выключателя типа ВМГ-122 можно заменять приводом РБА, а для ВМБ-10 — приводом типа ПАШ.

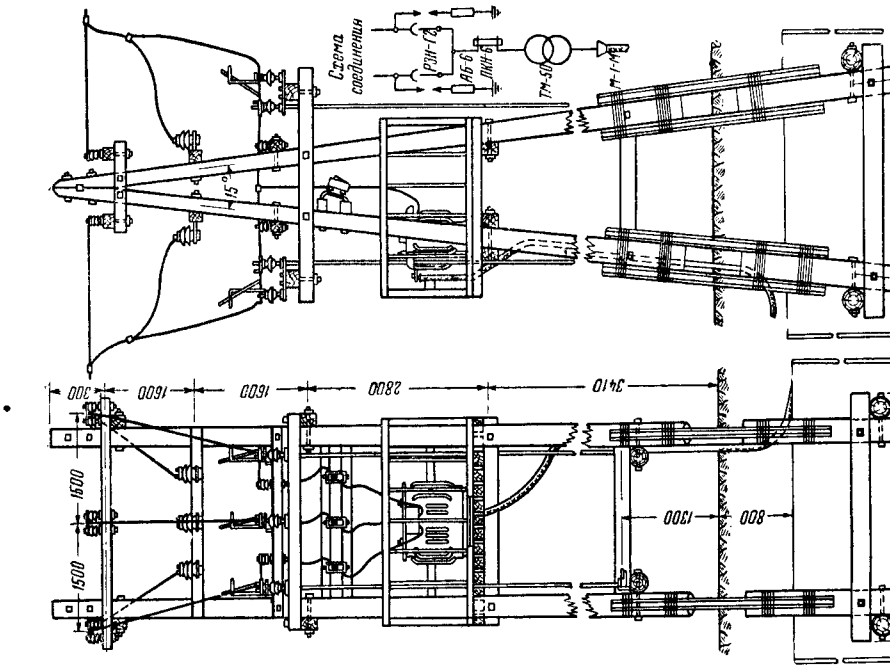
В киоске применена защита:

а) максимально-токовая — от междуфазовых коротких замыканий; последняя осуществляется при помощи двух трансформаторов тока, воздействующих на две отключающие катушки автоматической коробки КАМ-II/3 с механической выдержкой времени;

б) земляная — от однофазных замыканий на землю; эта защита осуществляется



Фиг. 515. Мачтовая подстанция с одним воздушным и одним кабельным выводами

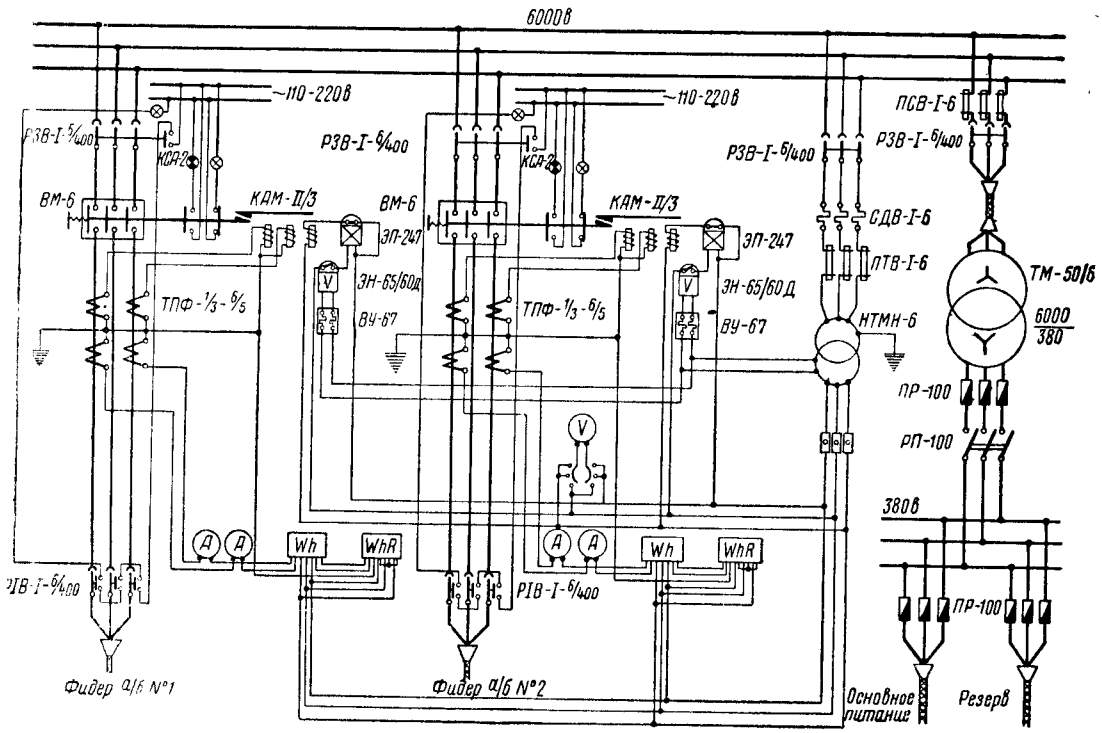


Фиг. 514. Мачтовая подстанция с двумя воздушными выводами

Таблица 126

Спецификация основного оборудования типового трансформаторного киоска автоблокировки

Наименование оборудования	Тип	Количество	Наименование оборудования	Тип	Количество
Трансформатор силовой . .	ТМ-20/6 или ТМ-50/6	1—2	Предохранитель силовой . .	ПСВ-1-6	3
Выключатель масляный . .	ВМ-6	2	Щиток мраморный на две группы	—	1
Привод к масляному выключателю	КАМ-II/3	2	Изолятор проходной	ПА-6	11
Разъединитель трёхполюсный	РЗВ-1-6/400	4	Изолятор опорный	ОА-6	14
Привод к трёхполюсному разъединителю	ПРТ-1/55	3	Счётчик активной энергии 5 *а* 110 *в*	И	2
Разъединитель однополюсный	РIВ-1-6/400	6	Счётчик реактивной энергии	ИР	2
Трансформатор тока	ТПФ-1/3—6/5	4	Амперметр для включения через трансформатор тока 5 *а*	ЭН	4
Трансформатор напряжения пятистержневой	НТМИ-6	1	Вольтметр для включения через трансформатор напряжения	ЭН	1
Предохранители к трансформатору напряжения .	ПТВ-1-6	3	Переключатель вольтметровый	ПВ-3024	1
Добавочное сопротивление к трансформатору напряжения	СДВ-1-6	3	Реле напряжения	ЭН-65/60Д	2
			Реле промежуточное	ЭП-247	2
			Сигнальные комплекты . .	КСА-2	2



Фиг. 516. Трёхлинейная схема коммутации типового трансформаторного киоска

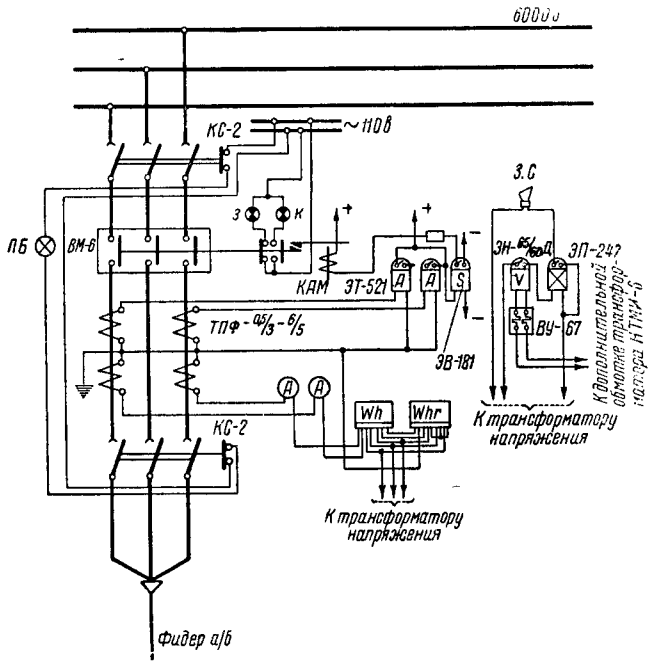
посредством реле ЭН-65/60Д, включённого на дополнительную обмотку трансформатора напряжения НТМИ-6 и воздействующего на выключающую катушку автоматической коробки КАМ-II/3 через реле ЭП-247.

При рельсовых цепях переменного тока применяется схема защиты, приведённая на фиг. 517. Как видно из схемы, приборы земляной защиты приводят в действие не выключающую катушку привода КАМ, а звуковой сигнал, установленный в помещении дежурного электромеханика.

Схемы защиты выбраны с учётом минимального влияния при повреждениях высоковольтной линии автоблокировки на параллельные линии связи.

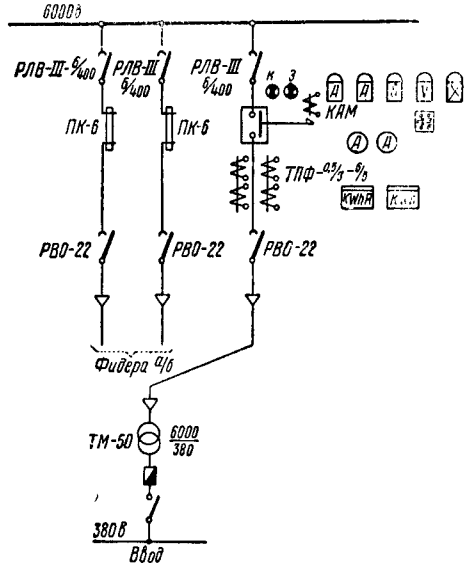
Кроме схемы, показанной на фиг. 517, в некоторых случаях применяется схема, приведённая на фиг. 518, с несколько меньшим количеством оборудования. Фидеры автоблокировки в этом случае защищаются только силовыми предохранителями, а масляные выключатели, трансформаторы тока и система защиты устанавливаются на фидере

силового трансформатора. При срабатывании приборов защиты в этой схеме одновременно выключаются оба фидера автоблоки-



Фиг. 517. Схема защиты в рельсовых цепях переменного тока. Звуковой сигнал устанавливается в помещении дежурного электромеханика

ровки, что не всегда желательно. Учёт электрической энергии, потребляемой фидерами автоблокировки, производится на сто-



Фиг. 518. Вариант схемы трансформаторного киоска

роне высокого напряжения при помощи счётчиков типов И и ИР, включённых через трансформаторы тока и напряжения.

Расчёт заземления киоска произведён на ёмкостный ток системы, исходя из безопасного напряжения прикосновения, равного 65 *в*. Конструктивно заземление выполнено в виде четырёх оцинкованных труб диаметром 1,5″, длиной 3 *м*, забитых вокруг подстанции в землю на глубину 0,8 *м* на расстоянии 1 *м* от наружных стен и соединённых в общий контур железной оцинкованной полосой сечением 40 × 4 *мм*. Длина контура 25 *м*. К этому контуру присоединяется внутренний контур заземления, выполненный полосой сечением 25 × 4 *мм*. Полное расчётное сопротивление заземления равно 3,64 *ом*.

Схемы и необходимая аппаратура питающих устройств при оборудовании их непосредственно в существующих подстанциях или электростанциях определяются требованиями, предъявляемыми к этим устройствам организациями, ведающими данными подстанциями или электростанциями.

Обычно районные энергоуправления при подключениях к их сетям выбирают величины токов короткого замыкания, на которые должна быть рассчитана аппаратура, а именно:

$I_к$ — периодическую составляющую тока короткого замыкания;

$I_{0,25}$ — значение тока короткого замыкаиия через 0,25 сек.; время 0,25 сек. равно сумме времени собственного действия системы мгновенной защиты, привода масляного выключателя и механизма самого масляного выключателя;

$I_{уст}$ — установившийся ток короткого замыкания;

$I_{уд}$ — ударный ток короткого замыкания.

Масляные выключатели выбирают по иоминальному току и разрывной мощности $P_{0,25}$:

$$P_{0,25} = I_{0,25} U \sqrt{3},$$

где U — напряжение.

Разъединители выбираются также по номинальному току и напряжению. Как масляные выключатели, так и разъединители проверяют на динамическую и термическую устойчивость.

Динамическая устойчивость характеризуется ударным током и односекундным током короткого замыкаиия, а термическая устойчивость — пятисекуидным током короткого замыкаиия.

Односекундный ток короткого замыкания

$$I_o = I_к \sqrt{3},$$

пятисекундиый ток короткого замыкания

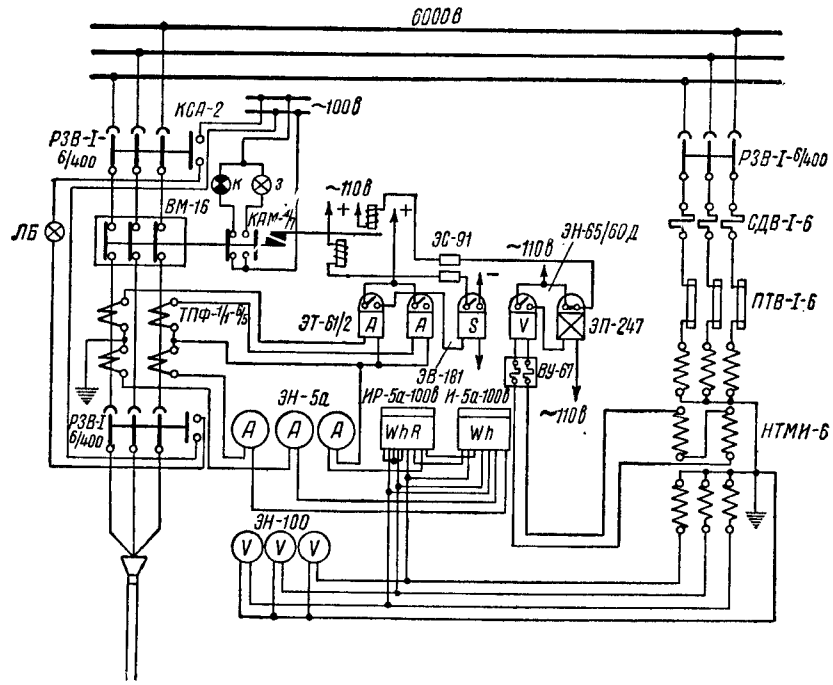
$$I_5 = I_{уст} \sqrt{\frac{t_ф}{5}},$$

где $t_ф$ — фиктивное время отключения, определяемое по кривым Бирманса и зависящее от времени выключения масляного выключателя и отношения $\frac{I_к}{I_{уст}}$.

Полученные по приведённым формулам величины токов должны быть меньше соответствующих токов, указанных в характеристиках масляных выключателей и разъединителей.

энергии и применять дистанционное управление масляными выключателями. Схема максимально-токовой и земляной защиты фидеров автоблокировки при независимом источнике питания и ручном управлении масляными выключателями приведена на фиг. 519, а при дистанционном управлении масляными выключателями на фиг. 520.

Указанный на фиг. 520 привод типа ГП-125 имеется только на существующих подстанциях и сейчас заводами не изготовляется. Во вновь строящихся устрой-



Фиг. 519. Схема защиты при независимом источнике питания и ручном управлении масляными выключателями

Трансформаторы тока выбираются по классу точности и должны удовлетворять условиям:

$$K_{дк} > K_{др} \text{ и } K_{тк} > K_{тр},$$

где $K_{дк}$ — коэфициент динамической устойчивости по каталогу;

$K_{др}$ — расчётный коэфициент динамической устойчивости, равный $\frac{I_{уд}}{I_н \sqrt{2}}$;

$K_{тк}$ — коэфициент термической устойчивости по каталогу;

$K_{тр}$ — расчётный коэфициент термической устойчивости, равный $\frac{I_{уст} \sqrt{t_ф}}{I_н}$,

где $I_н$ — номинальный ток, равный $\frac{P}{U \sqrt{3}}$.

Схемы защиты применяют описанные выше.

В некоторых случаях приходится питать приборы защиты от отдельного источника

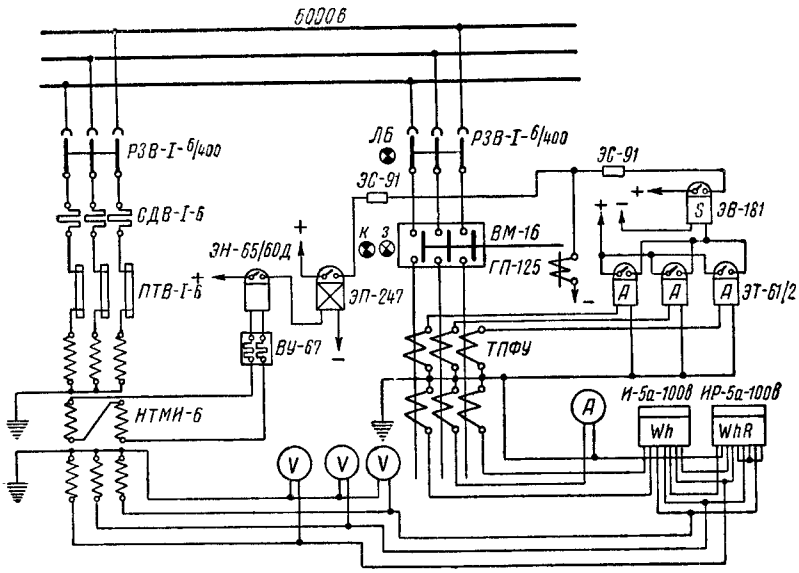
ствах этот привод заменяется приводом типа ПС-10. Точно так же в настоящее время реле типов ЭТ-61/2 и ЭН-65/60Д заменяются соответственно ЭТ-521/2 и ЭН-526/60Д. Предохранители типа ПТВ и добавочные сопротивления в цепи трансформатора напряжения во вновь строящихся подстанциях могут заменяться только предохранителями с кварцевым наполнением типа ПКТ, способными развивать сравнительно большую мощность.

При невозможности получения энергии переменного тока в пункте, где намечено оборудование основного или резервного источника питания автоблокировки, приходится строить специальную электростанцию. При выборе типа электростанции необходимо учитывать потребность в электроэнергии, местные топливные ресурсы, назначение электростанции (основная или резервная).

На фиг. 521 указано рекомендуемое расположение основных сооружений типовой электростанции, разработанной Транссигналсвязьпроектом МПС (см. табл. 127 и 128).

Двигатели электростанции работают на лёгком моторном топливе марки М-3.

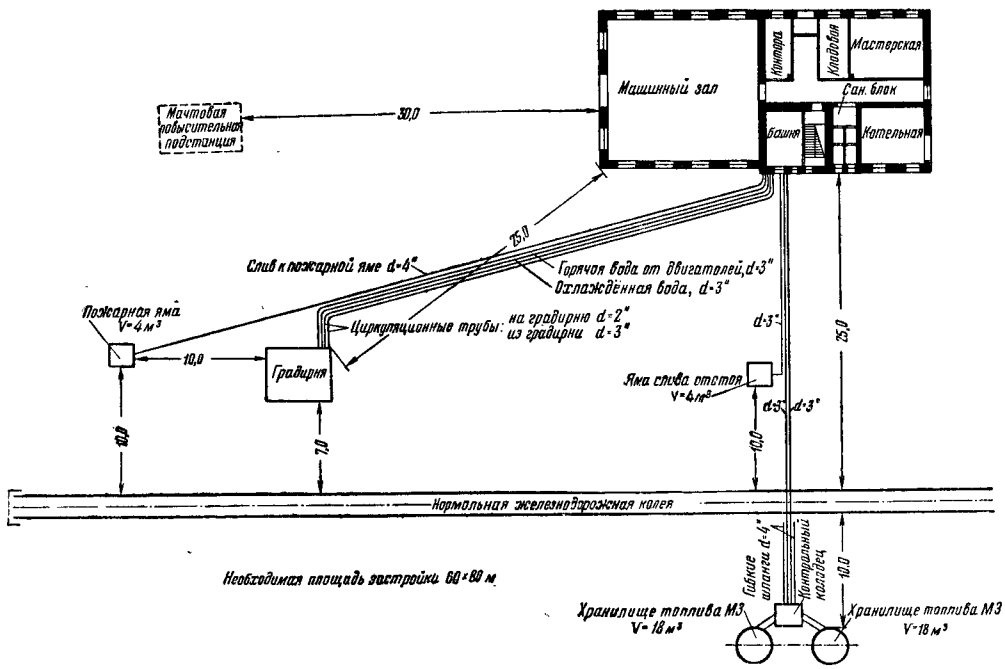
Схемы маслоснабжения, топливоснабжения и водоснабжения электростанции приведены на фиг. 522—524.



Фиг. 520. Схема защиты при независимом источнике питания и дистанционном управлении масляными выключателями

На фиг. 525 приведена схема коммутации электростанции. Как видно из схемы, параллельная работа генераторов не предусматривается (степень неравномерности 1/198). Распределение электроэнергии и управление генераторами производится с четырёхпанельного распределительного щита.

Для резервных электростанций вместо двигателей и генераторов, указанных в табл. 127, применяют агрегаты типа ЖЭС, выпускаемые заводом «Ревтруд». Размещение оборудования электростанции с такими агрегатами приведено на фиг. 526, а характеристики агрегатов—в табл. 129 и 130.



Фиг. 521. Расположение основных сооружений типовой электростанции

Таблица 127

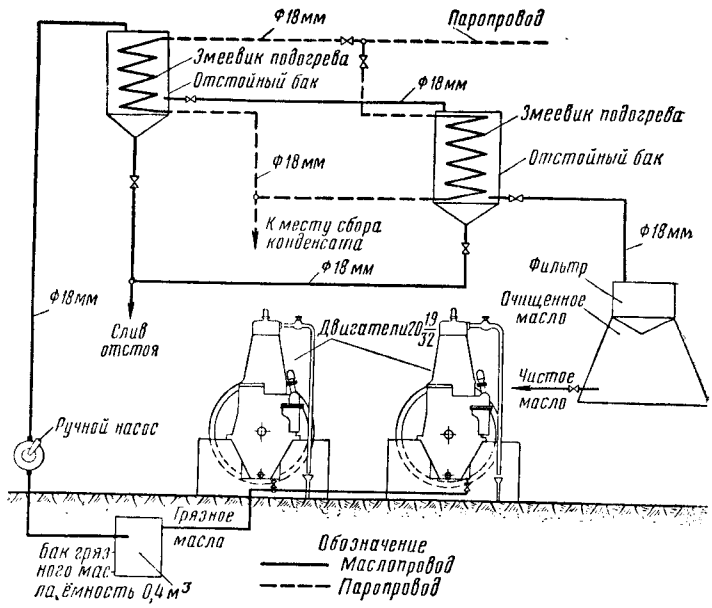
Спецификация основного оборудования типовой электростанции

Наименование оборудования	Количество	Наименование оборудования	Количество
Двигатель внутреннего сгорания (дизель 2Д-19/32)	2	Пусковой баллон сжатого воздуха ёмкостью 120 *л*	2
Генератор МС-315-4/8 трёхфазного переменного тока мощностью 57,5 *ква*, напряжением 400/230 *в*, 750 об/мин.	2	Бак отстойный масляный	2
Щит распределительный четырёхпанельный	1	Насос ручной для масла	1
Насос трёхступенчатый завода им. Балицкого для холодной и горячей воды	2	Бак для грязного масла ёмкостью 400 *л*	1
Электродвигатель АД-21 для насоса мощностью 1 *ква*, напряжением 400/230 *в*, 1 500 об/мин.	2	Фильтр для очистки масла	1
		Бак запасной для воды ёмкостью 6 *м*³	1
		Бак расходный топливный ёмкостью 300 *л*	2
		Фильтр топливный	4
		Насос ручной топливный	2

Таблица 128

Спецификация основных сооружений типовой электростанции

Наименование сооружений	Количество
Здание электростанции	1
Градирня (производительность 6 *м*³/*час*)	1
Бак для хранения топлива ёмкостью 18 *м*³	2
Сливной колодец ёмкостью 4 *м*³	1
Пожарная яма ёмкостью 4 *м*³	1



Фиг. 522. Схема маслоснабжения электростанции

Таблица 129

Характеристики агрегатов типа ЖЭС

Тип агрегата	Двигатель			Генератор						Пусковой двигатель		Возбудитель			К. п. д. (с возбудителем)	Вес в *т*
	тип	мощность в *л. с.*	топливо	мощность в *ква*	напряжение в *в*	ток в *а*	частота в *гц*	номинальный cos φ	число оборотов в минуту	тип	топливо	тип	мощность в *квт*	напряжение в *в*		
ЖЭС-65	КДМ-46	80	Дизельное ГОСТ 305-42	65	400/230	Трёхфазный 94/163	50	0,85	1 000	П-46	Бензин	Консольный	1,4	60	0,885	3,5
ЖЭС-9А	Л-12/2	12	Бензин	9	133/230	Трёхфазный 39/22	50	0,8	1 500	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 130

Габаритные размеры агрегатов типа ЖЭС в *мм*

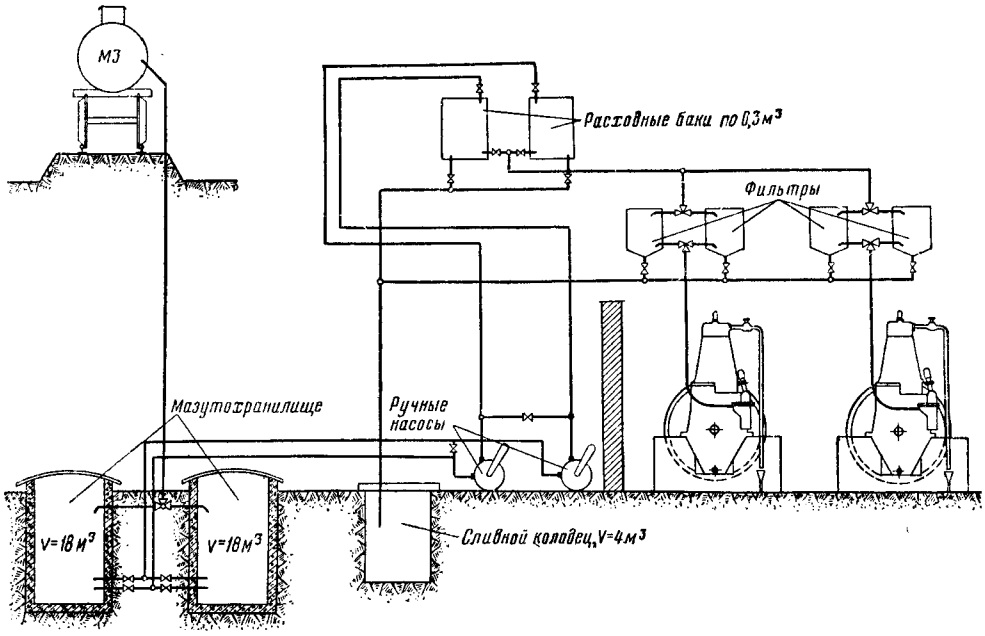
Тип	Высота	Ширина	Длина
ЖЭС-65	1 926	970	3 210
ЖЭС-9А	1 175	924	1 710

Аппаратура подстанций и электростанций

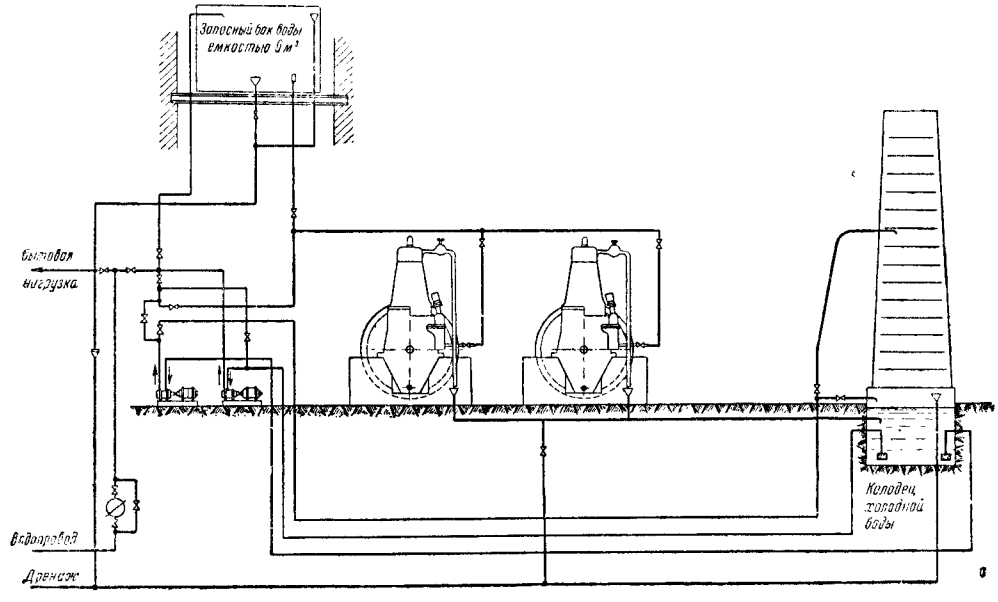
Необходимые данные для выбора оборудования приведены в предыдущем разделе. Нижеприводятся характеристики основной аппаратуры подстанций и электростанций.

Характеристики силовых трансформаторов и масляных выключателей приведены в табл. 131 и 132.

Характеристики соленоидных приводов масляных выключателей приведены в табл. 133 и 134, а перечень и назначение ручных приводов—в табл. 135.

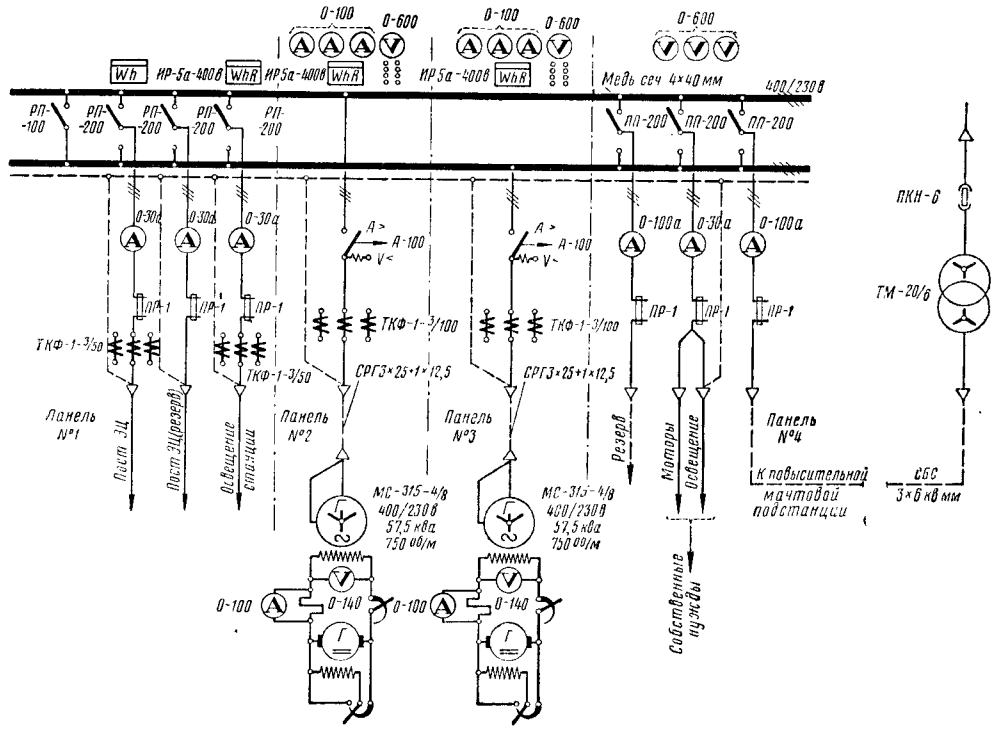


Фиг. 523. Схема топливоснабжения электростанции



Фиг. 524. Схема водоснабжения электростанции

В случае необходимости агрегат ЖЭС снимается, и в здании подстанции располагается типовой киоск автоблокировки.



Фиг. 525. Схема коммутации электростанции

Таблица 131

Характеристики силовых трансформаторов трёхфазного переменного тока

Тип трансформатора	Мощность в *ква*	Пределы номинальных напряжений в *в*		Потери в *вт*		К. п. д. при $\cos\varphi = 1$		Падение напряжения в % при нагрузке 1/1 и $\cos\varphi = 1$	Напряжение короткого замыкания в % от номинального напряжения	Ток холостого хода в % от номинального тока	Вес в *кг*		
		обмотки высокого напряжения	обмотки низкого напряжения	холостого хода	нагрузочные	нагрузка 1/1	нагрузка 1/2				вынимаемой части	масла	всего трансформатора
ТМ-5/6	5	380—6 300	133— 400	60	185	95,33	95,92	3,80	5,5	10,0	100	100	290
ТМ-10/6	10	380—6 300	133— 400	105	335	95,79	96,36	3,45	5,5	10,0	110	100	300
ТМ-20/6	20	380—6 300	133— 400	180	600	96,25	96,81	3,10	5,5	9,0	175	105	385
ТМ-30/6	30	380—6 300	133— 400	250	850	96,46	97,00	2,95	5,5	8,0	190	155	465
ТМ-50/6	50	380—6 300	133— 400	350	1 325	96,75	97,32	2,75	5,5	7,0	260	170	580
ТМ-75/6	75	380—6 300	133— 400	490	1 875	96,94	97,51	2,6	5,5	6,5	345	250	780
ТМ-100/6	100	500—6 300	133— 400	600	2 400	97,09	97,66	2,50	5,5	6,5	385	280	830
ТМ-135/6	135	3 000—6 300	133— 525	830	3 070	97,19	97,69	2,4	5,5	6,5	510	325	1 100
ТМ-180/6	180	3 000—6 300	133— 525	000	4 000	97,30	97,83	2,35	5,5	6,0	575	345	1 250
ТМ-240/6	240	3 000—6 300	133— 525	1 400	4 900	97,44	97,86	2,17	5,5	6,0	750	520	1 700
ТМ-320/6	320	3 000—6 300	133— 525	1 600	6 070	97,66	98,09	2,05	5,5	6,0	900	600	2 000
ТМ-420/6	420	3 000—6 300	133— 525	2 100	7 300	97,81	98,17	1,88	5,5	6,0	1 100	750	2 500
ТМ-560/6	560	3 000—6 300	133— 525	2 500	8 900	97,99	98,33	1,75	5,5	6,0	1 420	900	2 930
ТМ-750/6	750	3 000—6 300	133— 525	4 100	11 900	97,91	98,15	1,73	5,5	6,0	2 115	1 630	4 945
ТМ-1000/6	1 000	3 000—6 300	230—3 150	4 900	15 000	98,05	98,38	1,64	5,5	5,0	2 500	1 870	5 690
ТМ-1800/6	1 800	3 000—6 300	400—3 150	8 000	24 000	98,25	98,47	1,47	5,5	4,5	3 630	3 190	8 930

Таблица 132

Характеристики масляных выключателей

Тип выключателя	Номинальное напряжение	Номинальный ток	Предельная отключаемая						Наибольший допустимый ток короткого замыкания		Ток устойчивости при длительности короткого замыкания			Собственное время в сек.		Наибольший отключающий момент на валу в *кгм*	Вес в *кг*	
			сила тока	мощность	сила тока	мощность	сила тока	мощность	эффективное значение	амплитуда	1 сек.	5 сек.	10 сек.	включение	отключение		выключателя без масла	масла
			при 3 *кв*		при 6 *кв*		при 10 *кв*											
	в *кв*	в *а*	в *ка*	в *мгва*	в *ка*	в *мгва*	в *ка*	в *мгва*	в *ка*									
ВМ-6	6 3	200 400	3,3 3,3	17 17	1,4 —	15 —	— —	— —	10 15	16,8 25	10 15	8,5 13,8	6 10	0,2	0,1	12—19	— —	— —
ВМ-16	10 6 3	200 600 1 000	19 22 22	100 115 115	9,7 9,7 —	100 100 —	4,3 — —	75 — —	19 30 35	32 50 59	19 30 35	8,5 19 35	6 13,5 25	0,2	0,1	12—19	— — —	— — —
ВМ-22Ф	3	400 600 1 000 1 500	27,5 30,0 33,0 33,0	140 155 170 170	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —	30 30 44 44	49 49 72 72	30 30 44 44	13,8 19,0 39,0 44,0	10,8 13,5 28,0 31,0	0,2	0,1	12—19	460 465 485 500	180 180 180 180
	6	400 600 1 000 1 500	— — — —	— — — —	14 14 14 14	150 150 150 150	— — — —	— — — —	30 30 44 44	49 49 72 72	30 30 44 44	13,8 19,0 39,0 44,0	10,0 13,5 28,0 31,0	0,2	0,1	12—19	460 465 485 500	180 180 180 180
ВМГ-22	6	400 600	— —	— —	14 14	150 150	— —	— —	20 20	30 30	16 20	— —	— —	0,2	0,1	—	150 150	5 5
ВМГ-122	6	400 600	20	100	20	200	— —	— —	30	52	30 30	15 20	11 14	0,2	0,14	41	156	5
ВМГ-132	10	400 600 1 000	11,6	60	11,6	120	11,6	200	30	52	30 30 30	15 20 20	11 14 14	0,2	0,14	41	170 180	10
ВМГ-133	10	400 600 1 000	20	100	20	200	20	350	30	52	30 30 30	15 20 20	11 14 14	0,2	0,14	41	170 180	10
ВМБ-10	6	200 400 600	—	—	25	75	—	—	15	25	—	—	6 10 10	—	0,04 — 0,05	—	120	50
ВМБ-10	10	200 400 600	—	—	25	75	—	—	15	25	—	—	6 10 10	—	0,05 — 0,06	—	120	50

Таблица 133

Характеристики приводов постоянного тока масляных выключателей

Тип масляного выключателя и номинальная сила тока в *а*	Тип привода	Потребляемая сила тока в *а* при напряжении					
		110 *в*			220 *в*		
		включающий соленоид	отключающий соленоид	предохранители в цепи включения	включающий соленоид	отключающий соленоид	предохранители в цепи включения
ВМ-6, 200	ГП-15	61	5	35	30,5	2,5	20
ВМ-6, 400	ГП-40	72	5	35	34,5	2,5	20
ВМ-16, 200—600	ГП-125	95	5	60	47,5	2,5	25
ВМ-16, 1000	ГП-125	147	5	80	73,5	2,5	35
ВМ-22, 400—600	ГП-125	121	5	60	60,5	2,5	35
ВМ-22, 1000	ГП-125	147	5	80	73,5	2,5	35
ВМГ-22	ГП-125	121	5	60	60,5	2,5	35

Таблица 134

Характеристики приводов ПС-10

Тип привода (полное номенклатурное обозначение)	Общее число цепей	Номинальное напряжение катушки в *в*		Применяется к выключателю		Включающий ток привода при 220/110 *в* в *а*	Вес привода в *кг*
		отключающей	включающей	тип выключателя	номинальный ток выключателя в *а*		
ПС-10-Б-I ПС-10-Б-III	6 10	220/110 48/24	110/220	ВМ-16	200	50/100	45
ПС-10-В-I ПС-10-В-III	6 10		110/220	ВМ-16	600 1 000	60/120	
ПС-10-Е-I ПС-10-Е-III	6 10		110	ВМГ-122 ВМГ-132 ВМГ-133	400—600 400—600—1 000	97,5/195	
ПС-10-Ж-I ПС-10-Ж-III	6 10		220	ВМГ-122 ВМГ-132 ВМГ-133	400—600 400—600—1 000	97,5/195	

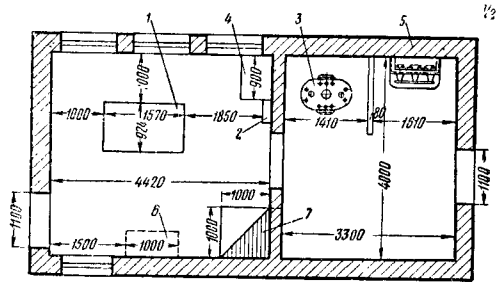
Таблица 135

Ручные приводы к масляным выключателям

Тип привода	Тип масляного выключателя	Сила тока в *а*
КАМ-II	ВМ-6	200
КАМ-II	ВМ-6	400
КАМ-II	ВМ-16	200÷1 000
КАМ-II	ВМ-22	400÷1 000
КАМ-III	ВМ-16	1 000
КАМ-III	ВМ-22	400÷1 000
РБА	ВМГ-22	400÷600

Трансформаторы тока изготовляют на следующие номинальные токи первичной цепи: 5; 7,5; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 600; 750; 1 000; 1 500; 2 000; 3 000; 4 000; 5 000 *а*.

Ток вторичной обмотки при любой номинальной силе тока первичной цепи всегда равен 5 *а*. Точность трансформатора тока определяется его классом. Для питания счётчиков, ваттметров и реле земляной защиты устанавливают трансформаторы тока первого класса точности. Для питания щитовых измерительных приборов используют трансформаторы тока третьего класса точности. Трансформаторы тока изготовляют также с



Фиг. 526. Электростанция для резервного питания автоблокировки с агрегатом ЖЭС-9А: *1* — агрегат ЖЭС-9А; *2* — распределительный щит ЖЭС-9А; *3* — силовой трансформатор ТМ-20/6 мощностью 20 *ква*; *4*—распределительный щит приспонного типа; *5* — сборка высокого напряжения трёхместная; *6*—бак для воды; *7*—печь

двумя вторичными обмотками одинакового или различных классов точности: 0,5/0,5; 0,5/3, 1/1; 1/3 и 3/3. При включении прибо-

ров необходимо учитывать мощность вторичной обмотки трансформатора.

Наиболее часто в устройствах энергоснабжения СЦБ применяются трансформаторы тока типов ТПФ, ТПФУ, ТПОФ, ТПОФУ (табл. 136).

Таблица 136

Характеристики трансформаторов тока

Тип трансформатора	Номинальное напряжение в *кв*	Номинальная сила первичного тока в *а*	Номинальная мощность в *ва* в зависимости от класса точности		
			0,5	1	3
ТПФ	6÷10	5÷ 400	15	30	75
ТПФУ	6÷10	5÷ 300	15	30	75
ТПОФ	6÷10	400÷1500	20	50	50
ТПОФУ	6÷10	300÷ 600	—	20	50

Трансформаторы ТПФУ и ТПОФУ имеют повышенную устойчивость.

Коэфициенты термической и динамической устойчивости приведены в табл. 137.

Трансформаторы напряжения выбирают по заданному первичному напряжению, классу точности, способу присоединения приборов и суммарной мощности, потребляемой включаемыми приборами (табл. 138). Независимо от величины первичного напряжения, на вторичной обмотке трансформатора напряжение всегда равно 100 *в*.

Добавочные обмотки трансформатора НТМИ-6 соединены разомкнутым треугольником. При заземлении фазы на добавочных обмотках напряжение равно 100 ± 5% *в*.

Разъединители для внутренних установок изготовляют однополюсные и трёхполюсные, для напряжений 6 *кв* и выше и для токов от 200 до 5 000 *а*. До 600 *а* включительно разъединители делают нормальные, типов Р1В или Р3В, для токов от 1 000 *а* и выше — с усиленными контактами, типов Р1ВУ и Р3ВУ (табл. 139).

Таблица 137

Коэфициенты термической и динамической устойчивости трансформаторов тока

Тип трансформатора	$I_н$ в *а*	K_{t_1}		K_{t_3}		$K_д$	
		6 *кв*	10 *кв*	6 *кв*	10 *кв*	6 *кв*	10 *кв*
ТПФ-1/1	5	70	65	36	36	70	65
	7,5	80	80	36	36	105	95
	10	80	80	36	36	145	130
	15	80	80	36	36	200	190
	20 и выше	80	80	36	36	250	250
ТПФ-0,5/0,5 ТПФ-0,5/3	5	45	40	32	32	45	40
	7,5	67	60	32	32	65	60
	10	75	75	32	32	90	80
	15	75	75	32	32	140	125
	20 и выше	75	75	32	32	165	165
ТПФУ-1/1 ТПФУ-1/3 ТПФУ-3/3	5	90	85	50	50	90	85
	7,5	110	110	50	50	130	120
	10	110	110	50	50	175	155
	15	110	110	50	50	250	250
	20 и выше	110	110	50	50	250	250
ТПОФ	400—1 500	—	—	80	80	—	—
ТПОФУ	300—600	—	—	130—230	130—230	—	—

По способу установки разъединители бывают на двух опорных изоляторах, на одном опорном и одном проходном изоляторах и на двух проходных изоляторах. Номенклатурные обозначения разъединителей в зависимости от способа установки указаны в табл. 140.

Таблица 138

Характеристики трансформаторов напряжения

Тип трансформатора	Номинальное напряжение в *в*	Мощность вторичной обмотки в *ва*				Вес в *кг*	Примечание
		главной			добавочной		
		класса 0,5	класса 1	класса 3			
НОСИ-0,5	220 380 500	30	50	150	—	12,8	Сухой однофазный
НТСИ-0,5	220 380 500	50	80	250	—	36,8	Сухой трёхфазный
НТСИ-3	3 000	50	80	200	—	46,3	То же
НТМИ-6	6 000	80	150	400	150	88,5	Маслонаполненный трёхфазный. Вес масла 23,5 *кг*
НОМ-6	6 000	—	50	—	—	29,0	Маслонаполненный однофазный. Вес масла 7 *кг*
НОМИ-6	6 000	50	80	250	—	39,0	Маслонаполненный однофазный. Вес масла 8 *кг*

Таблица 139

Характеристика устойчивости разъединителей

Номинальная сила тока в *а*	Ток в *а*		
	ударный	односекундный	пятисекундный
400	34 000	21 000	13 400
600	38 000	30 000	23 000
1 000	75 000	40 000	46 000
1 500	98 000	60 000	60 000

Таблица 140

Типы и установочные характеристики разъединителей

Номинальная сила тока[1] в *а*	Тип	Способ устаиовки и род разъединителя
400 600 1 000 1 500	РЗВ1-I-6/400 РЗВ1-I-6/600 РЗВУ-I-6/1000 РЗВУ-I-6/1500	Трёхполюсный на двух опорных изоляторах
400 600 1 000 1 500	РЗВ1-II-6/400 РЗВ1-II-6/600 РЗВУ-II-6/1000 РЗВУ-II-6/1500	Трёхполюсный с одним опорным и одним проходным изолятором. Вращение ножа на проходном изоляторе
400 600 1 000 1 500	РЗВ1-III-6/400 РЗВ1-III-6/600 РЗВУ-III-6/1000 РЗВУ-III-6/1500	То же. Вращение ножа на опорном изоляторе
400 600 1 000 1 500	Р1В1-I-6/400 Р1В1-I-6/600 Р1ВУ-I-6/1000 Р1ВУ-I-6/1500	Однополюсный на двух опорных изоляторах
400 600 1 000 1 500	Р1В1-II-6/400 Р1В1-II-6/600 Р1ВУ-II-6/1000 Р1ВУ-II-6/1500	Однополюсный с одним опорным и одним проходным изолятором. Вращение ножа на проходном изоляторе
400 600 1 000 1 500	Р1В1-III-6/400 Р1В1-III-6/600 Р1ВУ-III-6/1000 Р1ВУ-III-6/1500	То же. Вращение ножа на опорном изоляторе
400 600 1 000 1 500	Р1В1-IV-6/400 Р1В1-IV-6/600 Р1ВУ-IV-6/1000 Р1ВУ-IV-6/1500	Однополюсный с двумя проходными изоляторами

[1] Номинальное напряжение при всех способах установки — 6 *кв*.

В настоящее время промышленность выпускает ряд новых типов разъединителей, технические данные которых приведены в табл. 141 и 142.

Силовые высоковольтные трубчатые предохранители типа ПСВ, предохранители типа ПТВ к трансформаторам напряжения и добавочные сопротивления к предохранителям для трансформаторов напряжения так же, как и разъединители, изготовляют на двух опорных изоляторах или на одном опорном и одном проходном изоляторах. Характеристики этих предохранителей приведены в табл. 143 и 144.

Таблица 141

Технические данные разъединителей РВО и РВТ

Тип	Номинальное напряжение в *кв*	Номинальная сила тока в *а*	Устойчивость при коротком замыкании: предельный сквозной ток в *ка* — амплитуда	эффективное значение	5-сек. ток в *ка*	Вес в *кг*	Привод
Однополюсные							
РВО-22	6	400	44	25,5	14	10,3	Управление шальтштангой
РВО-23	6	600	46	26,5	20	11,0	
РВО-32	10	400	44	25,5	14	10,7	
РВО-33	10	600	46	25,5	20	11,4	
Трёхполюсные							
РВТ-22	6	400	44	25,5	14	39	ПРТ-2М
РВТ-23	6	600	46	26,5	20	40,5	ПРТ-2М
РВТ-32	10	400	44	25,5	14	42,5	ПРТ-2М
РВТ-33	10	600	46	26,5	20	43	ПРТ-2М

Таблица 142

Технические данные разъеднинтелей РЛВ

Тип	Номинальное напряжение в *кв*	Номинальный ток в *а*	Предельный сквозной ток в *ка*: амплитуда	эффективное значение	Ток термической устойчивости в течение 10 сек. в *ка*	Вес в *кг*
РЛВ-III-6/400	6	400	45	27	10	38,0
РЛВ-III-6/600	6	600	60	35	14,5	39,0
РЛВ-III-10/400	10	400	45	27	10	40,0
РЛВ-III-10/600	10	600	60	35	14,5	41,0

Таблица 143

Характеристики добавочных сопротивлений к предохранителям для трансформаторов нвпряжения

Тип (номенклатурное обозначение)	Номинальное напряжение в *кв*	Сопротивление в *ом*	Способ установки	Вес в *кг*
СДВ-I-6	6	22	На двух опорных изоляторах	10
СДВ-II-III-6	6	22	На одном опорном и одном проходном изоляторах	10
СДВ-IV-6	6	22	На двух проходных изоляторах	10

Таблица 144

Характеристики предохраиителей типов ПСВ и ПТВ

Тип	Номинальное напряжение в *кв*	Максимальный отключаемый ток в *а*	Способ установки	Плавкая вставка	
				тип	номинальный ток в *а*
ПСВ-I-6	6	1 500	На двух опорных изоляторах	ВС	2, 3, 5, 7, 5, 10, 20, 30, 40, 50 и 75
ПСВ-II-III-6	6	1 500	На одном опорном и одном проходном изоляторах	ВС	2, 3, 5, 7,5, 10, 20, 30, 40, 50 и 75
ПСВ-IV-6	6	1 500	На двух проходных изоляторах	ВС	2, 3, 5. 7,5 10, 20, 30, 40, 50 и 75
ПТВ-I-6	6	500	На двух опорных изоляторах	ППТ	Не нормируется
ПТВ-II-III-6	6	500	На одном опорном и одном проходном изоляторах	ППТ	То же
ПТВ-IV-6	6	500	На двух проходных изоляторах	ППТ	»

Характеристики выпускаемых в настоящее время предохранителей с кварцевым наполнением, силовых типа ПК и предохранителей к трансформаторам напряжения типа ПКТ, применяемых взамен предохранителей ПТВ и сопротивлений СДВ, приведены в табл. 145 и 146.

Таблица 145

Характеристики силовых предохранителей типа ПК

Тип предохранителя	Номинальное напряжение в *кв*	Номинальный ток в *а*	Наибольший отключаемый ток в *ка* (эф)	Наименьший отключаемый ток в долях номинального	Наибольшая разрывная мощность (трёхфазная) в *мгва*
ПК-3/20	3	20	40	Не ограничивается	200
ПК-6/20	6	20	20	То же	200
ПК-10/20	10	20	12	»	200
ПК-3/100	3	100	40	1,3	200
ПК-3/200	3	200	40	1,3	200
ПК-6/100	6	100	20	1,3	200
ПК-10/50	10	50	12	1,3	200

Таблица 146

Характеристики предохраиителей типа ПКТ-10 для трансформаторов напряжения

Тип предохранителя	Номинальное напряжение в *кв*	Наибольший отключаемый ток короткого замыкания в *ка* (эф)	Наибольшая разрывная мощность (трёхфазная) в *мгва*	Наибольший пик тока, достигаемый при отключении наибольшего тока короткого замыкания в *а*
ПКТ-10	3	100	500	160
ПКТ-10	6	85	1 000	300
ПКТ-10	10	50	100	500

В вышеприведённых схемах данного раздела используются реле типов ЭН-65/60Д и ЭП-247, характеристики которых указаны в табл. 147.

Реле обоих типов имеют по одному замкнутому и одному разомкнутому контакту.

Силовые кабели

Расчёт падения и потери напряжения для кабелей СБ и СБС производят аналогично

Таблица 147

Характеристики реле ЭН-65/60Д (ЭН-526/60Д) и ЭП-247

Тип реле	Номинальное напряжение в *в*		Потребляемая мощность в *ва*	Пределы регулирования и срабатывания		Коэфициент возврата	Разрывная мощность контактов	
	катушки параллельно	катушки последовательно		напряжение в *в*	время в сек.		постоянный ток в *вт*	переменный ток в *ва*
ЭН-65/60Д	120	240	1 при напряжении минимальной установки	15–60	0,15 при $U=1,2\ U_{уст}$ 0,02–0,03 при $U=2\ U_{уст}$	0,85	50	250
	длительно допускаемое							
ЭП-247	120	220	15	0,7 $U_{ном}$	0,06–0,07	—	180–400	600

Таблица 148

Основные электрические характеристики трёхжильных кабелей с медными жилами

Наименование характеристики	Сечение кабеля в *мм²*										
	3×10	3×16	3×25	3×35	3×50	3×70	3×95	3×120	3×150	3×185	3×240
Омическое сопротивление жилы при 15° в *ом/км*	1,75	1,1	0,7	0,5	0,35	0,25	0,18	0,145	0,116	0,0952	0,0733
Ёмкость одной жилы по отношению к двум другим и свинцовой оболочке (С), *мкф/км*:											
кабеля на 1 000 *в* с секторными жилами	—	0,33	0,36	0,45	0,63	0,65	0,67	0,68	0,70	0,74	0,85
кабеля на 3 000 *в* с секторными жилами	—	0,215	0,24	0,30	0,35	0,37	0,425	0,45	0,50	0,60	0,65
кабеля на 3 000 *в* с круглыми жилами	—	0,20	0,23	0,25	0,26	0,30	0,32	0,34	0,38	—	—
кабеля на 6 000 *в* с секторными жилами	—	0,19	0,20	0,24	0,28	0,33	0,37	0,40	0,44	0,475	0,52
кабеля на 10 000 *в* с секторными жилами	—	0,15	0,18	0,20	0,21	0,22	0,23	0,27	0,29	0,32	0,37

расчётам для воздушных линий. Для коротких кабельных линий, кроме вышеуказанных расчётов, проводится также проверка выбранного сечения на допускаемую плотность тока. При мощных источниках питания кабели проверяют на нагрев токами короткого замыкания.

Во всех случаях необходимо учитывать увеличение активного сопротивления жил при повышении температуры более + 15°, для которой обычно даются сопротивления жил в таблицах.

Формула расчёта сопротивления для температуры t, отличающейся от исходной температуры + 15°,

$$R_t = R_{15}[1 + \alpha (t - 15)],$$

где R_{15} — сопротивление при 15°;
α — температурный коэфициент сопротивления.

В табл. 148 даны величины ёмкостей, измеренные постоянным током. Эти величины хорошо согласуются с величинами эффективной ёмкости, измеренными переменным током, при температуре до + 40°.

Рабочая ёмкость кабеля $C_p = 1{,}23C$.

Ёмкость двух жил против одной свинцовой оболочки $C_{11} = 1{,}53\ C$.

Ёмкость всех жил против свинцовой оболочки $C_{111} = 1{,}6\ C$.

Частичная ёмкость между двумя жилами кабеля $C_{12} = 0{,}234C$.

Выпускаемые в настоящее время кабели имеют ёмкость, мало отличающуюся от указанных величин.

Нагрузки для одиночных кабелей в табл. 149 даны для работы их на постоянном токе.

При прокладке одиночных кабелей в земле, в каналах или трубах нагрузку принимают равной 65% указанных в табл. 149 значений.

В других случаях прокладки кабелей величину нагрузки изменяют в соответствии с коэфициентами, указанными в табл. 150 и 151.

Таблица 149

Допускаемые расчётные нагрузки для одиночных кабелей с медными жилами, уложенных непосредственно в землю при температуре последней + 15°

Номинальное сечение жилы в *мм²*	Допускаемый ток в кабелях в *а*					
	одножильных 1 *кв*	двухжильных 1 *кв*	трёхжильных с поясной изоляцией			четырёхжильных 1 *кв*
			до 3 *кв*	6 *кв*	10 *кв*	
	при наибольшей допустимой температуре жилы кабеля					
	80°	80°	80°	65°	60°	80°
1,5	45	35	30	—	—	—
2,5	60	45	41	—	—	35
4	80	60	55	—	—	50
6	105	80	70	—	—	60
10	140	105	95	80	70	85
16	175	140	120	105	95	115
25	235	185	160	135	120	150
35	285	220	190	160	150	175
50	360	270	235	200	180	215
70	440	325	290	245	215	265
95	520	380	340	295	265	310
120	595	435	390	340	310	350
150	675	500	435	390	355	395
185	755	—	490	440	400	450
240	880	—	570	510	460	—

Таблица 150

Поправочные коэфициенты к величине нагрузки для кабелей, уложенных рядом в землю или в трубы в земле

Расстояние в свету в *мм*	Число кабелей					
	1	2	3	4	5	6
100	1,0	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1,0	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1,0	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

Таблица 151

Поправочные коэфициенты к величине нагрузки на температуру почвы

Наибольшая температура жилы в градусах	Температура почвы в градусах									
	−5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40
80	1,14	1,11	1,08	1,04	1,0	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
65	1,18	1,14	1,10	1,05	1,0	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71
60	1,20	1,15	1,12	1,06	1,0	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
50	1,25	1,20	1,14	1,07	1,0	0,93	0,84	0,76	0,66	0,54

Механические характеристики кабелей приведены в табл. 152.

Таблица 152

Механические характеристики трёхжильных кабелей СБС

Сечение жилы в *мм*²	Диаметр по броне в *мм*	Наружный диаметр в *мм*	Вес 1 000 *м* в *кг*	№ барабана	Нормальная строительная длина в *м*
10	27,4	30,4	2 761	3	800
16	30,3	34,3	3 372	3	600
25	34,0	38,0	4 161	3	550
35	36,0	40,0	4 763	3	500
50	38,9	42,9	5 570	4	450
70	42,0	46,0	6 639	4	400
95	45,8	49,8	8 085	4	350
120	48,8	52,8	9 353	6	300
150	52,6	56,6	10 794	6	275
185	57,1	61,1	12 672	6	250
240	61,7	65,7	15 035	7	225

Соединение кабелей напряжением до 1 000 *в* производится в чугунных соединительных муфтах (табл. 153), а кабелей напряжением свыше 1 000 *в* — в свинцовых муфтах (трубах) со специальными защитными кожухами.

Таблица 153

Типы чугунных соединительных муфт для трёхжильных кабелей

Тип муфты	Сечение жилы кабеля в *мм*²
С-35-М	До 10
С-50-М	16— 35
С-65-М	50— 95
С-75-М	120—185

В качестве высоковольтных оконечных муфт применяются муфты КТН-6, изготовляемые заводом «Севкабель», и муфты Фирсова.

Аккумуляторы автоблокировки

Для питания автоблокировки обычно используются кислотные аккумуляторы со свинцовыми пластинами типа АБН-72.

Основные данные аккумуляторов АБН-72 приведены в табл. 154—156.

Таблица 155

Габаритные размеры и вес аккумулятора АБН-72

Число пластин на элемент			Длина	Ширина	Высота, включая зажимы	Вес в *кг*	
положительных	отрицательных					без электролита	с электролитом
	средних	крайних	в *мм*				
3	2	2	207±3	128±3	322±5	10,0±0,5	12,7±0,5

Таблица 156

Габаритные размеры и вес пластин аккумулятора типа АБН-72

Пластины	Размеры без ушков в *мм*			Вес пластины в сухом состоянии в *кг*
	длина	ширина	толщина	
Положительные	144±1	145±1	6,5±0,3	0,85±0,05
Средние отрицательные	144±1	145±1	5,5±0,3	0,68±0,05
Крайние отрицательные	144±1	145±1	4,0±0,3	0,48±0,05

Аккумуляторы АБН-72 применяются со стеклянными банками, в которые при установленных пластинах входит около 2 *л* электролита.

Кроме аккумуляторов АБН-72 для автоблокировки служат также аккумуляторы АБП-66 и АБП-60.

Характеристики их приведены в табл. 157—159.

Габаритные размеры аккумулятора АБП-66: высота — 374 *мм*, длина — 219 *мм*, ширина — 177 *мм*.

Таблица 154

Электрические характеристики аккумуляторов типа АБН-72

Напряжение в *в*		Наибольший зарядный ток в *а*	Разряд в часах								Режим подзаряда — напряжение на элемент в *в*
			2		5		12		24		
в конце заряда	в конце разряда		сила тока в *а*	ёмкость в *а-ч*	сила тока в *а*	ёмкость в *а-ч*	сила тока в *а*	ёмкость в *а-ч*	сила тока в *а*	ёмкость в *а-ч*	
2,6—2,8	1,8	9	20	40	10	50	5	60	3	72	2,1—2,2

Примечание. Ток саморазряда равен 0,05 *а*.

Таблица 157

Электрические характеристики аккумуляторов типа АБП-66

Напряжение одного элемента в *в*		Наибольший зарядный ток в *а*	Разряд в часах								Режим подзаряда—напряжение на элемент в *в*
			3		5		7,5		10		
в конце заряда	в конце разряда		сила тока в *а*	ёмкость в *а-ч*	сила тока в *а*	ёмкость в *а-ч*	сила тока в *а*	ёмкость в *а-ч*	сила тока в *а*	ёмкость в *а-ч*	
2,6—2,8	1,8	18	18	54	12	60	8,8	66	7,2	72	2,1—2,2

Таблица 158

Электрические характеристики аккумуляторов типа АБП-60

Номинальное напряжение в *в*	Заряд		Разряд в часах					
			50			10		
	наибольшая сила тока в *а*	напряжение в конце заряда в *в*	сила тока в *а*	ёмкость в *а-ч*	напряжение в конце разряда в *в*	сила тока в *а*	ёмкость в *а-ч*	напряжение в конце разряда в *в*
2,0	6	2,65+0,15	1,5	75	1,8	6	60	1,8

Таблица 159

Габаритные размеры и вес аккумулятора типа АБП-60

Наружные размеры в *мм*			Вес в *кг*	
длина	ширина	высота	без электролита	с электролитом
168+1	111+1	228+1	7,0+0,3	8,1+0,3

Аккумуляторы АБП-66 поставляют в деревянных баках, выложенных внутри свинцом. При установленных пластинах в каждый бак входит около 2 *л* электролита. Ток саморазряда этих аккумуляторов равен 0,06 *а*.

Аккумуляторы АБП-60 поставляют в банках из пластмассы. Кроме указанных в таблице режимов, аккумуляторы АБП-60 могут быть разряжаемы в пятичасовом режиме и выдерживают кратковременные нагрузки (в течение 5—10 сек.) током до 20 *а*. При этом желательно, чтобы интервал между толчками нагрузки был не менее 15—20 мин. Саморазряд у аккумуляторов этого типа значительно больше, чем у типов АБН-72 и АБП-66.

В табл. 160 приведены характеристики импортных аккумуляторов, применяемых на некоторых участках автоблокировки.

Аккумуляторы устанавливаются в стеклянных банках и предназначаются для работы в буферном режиме с непрерывным подзарядом.

Таблица 160

Характеристики аккумуляторов автоблокировки типа KXHS и EOS

Тип аккумулятора	Размеры элемента в *мм*			Ёмкость при времени разряда в часах			Вес в *кг*	
	длина	ширина	высота	8	24	72	элемента без электролита	электролита
KXHS-7	201	119	325	54	70	91	12,2	3,62
KXHS-9	204	119	325	72	93	121	16,7	4,53
KXHS-13	204	177	333	108	139	181	19,9	5,44
KXHS-15	204	214	333	126	162	211	20,8	5,99
EOS-9	273	206	441	160	—	—	—	—

Первичные элементы

Для питания устройств автоблокировки применяются медноокисные элементы трёх типов: МОЭ-250, МОЭ-500 и МОЭ-1000.

Основные данные этих элементов приведены в табл. 161.

Таблица 161

Осиовные дапиые первичных элементов автоблокировки

Тип элемента	Количество пластин		Напряжение в *в*	Номинальная ёмкость в *а-ч*	Номинальная сила тока в *а*	Высота	Длина	Ширина
	отрицательных	положительных				в *мм*		
МОЭ-1000	5	4	0,65—0,5	1000 600	От 1 до 2 10	456	219	175
МОЭ-500	3	2	0,65—0,5	500 300	1 5	352	179	154
МОЭ-250	2	1	0,65—0,5	250 150	0,5 2,5	350	147	95

Наружные цинковые пластины элементов имеют две индикаторные панели, указывающие при разрушении соответственно 75% и 100% расхода ёмкости элемента.

Отработанные цинковые пластины заменяются новыми, а отработанные медноокисные пластины могут быть восстановлены и вновь поставлены на работу.

Восстановление положительных пластин может производиться несколько раз (в усло-

виях наших дорог имеется опыт восстановления до 4—5 раз). При смене пластин заменяется также и электролит.

Благодаря низкому внутреннему сопротивлению элемента последний может при коротком замыкании отдать ток до 50 *а*.

Первичные элементы большой ёмкости других типов практического применения на участках автоблокировки Советского Союза пока не имеют.

ПИТАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ

До последнего времени наиболее широкое распространение на железнодорожной сети Союза имели две системы электрической централизации — механо-электрическая (с ящиком механических зависимостей) и электрозащёлочная.

Как в той, так и в другой системе необходим переменный и постоянный ток. Для питания ртутных и купроксных выпрямителей, рельсовых цепей, ламп табло, светофоров и освещения поста используется переменный ток.

Постоянным током питаются рабочие цепи стрелочных электроприводов и контрольные цепи. Постоянный ток для питания устройств получается от аккумуляторных батарей, заряжаемых при помощи ртутных выпрямителей.

В старых установках механо-электрической централизации применялись напряжения рабочей батареи — 136 *в*, контрольной — 34 *в*. Система питания была трёхбатарейной с общим количеством аккумуляторов 204 шт.

Одна батарея из 68 аккумуляторов, соединённых последовательно, питала рабочие цепи. Вторая батарея делилась на четыре группы, соединённые между собой параллельно, и питала контрольные цепи. Свободная третья батарея заряжалась ртутным выпрямителем. Второй ртутный выпрямитель стоял в резерве.

Начиная примерно с 1936 г., применяются напряжения рабочей батареи 160 *в*, а контрольной — 40 *в*. При этом используется двухбатарейная система с общим количеством аккумуляторов 160 шт.

При двухбатарейной системе для питания контрольных цепей одна из батарей также делится на 4 группы, соединённые между собой параллельно. Вторая батарея питает рабочие цепи. При заряде батарей контрольные цепи продолжают питаться от одной из них. Вторая батарея с последовательно соединёнными аккумуляторами подключается на заряд к одному ртутному выпрямителю. Второй ртутный выпрямитель во время заряда батареи питает рабочие цепи.

Общая схема питания постоянным током при двухбатарейной системе дана на фиг. 527.

В электрозащёлочной централизации при напряжениях батарей 160 и 12 *в* последние не меняются местами. Контрольная батарея непрерывно подзаряжается сухими купроксными выпрямителями. Рабочая батарея одна, поэтому при заряде она снимается с питания рабочих цепей стрелок и заряжается ртутным выпрямителем. Рабочие цепи стрелок во время заряда батареи питаются от второго ртутного выпрямителя. В случае неисправности одного из ртутников заряд батареи производится одновременно с питанием рабочих цепей от исправного ртутника. Общее количество аккумуляторов 86 шт.

Общая схема питания постоянным током при этой системе приведена на фиг. 528.

В устройствах электрической централизации применяют аккумуляторы типа С. Характеристики наиболее часто используемых аккумуляторов этого типа приведены в табл. 162—163.

Таблица 162

Электрические характеристики аккумуляторов типа С

Тип аккумулятора	Режим разряда в часах	Гарантированная разрядная ёмкость аккумуляторов		Наибольшая сила тока в *а*	
		а-ч	при разряде током в *а*	заряд	разряд
С-1	3 5 10	27 30 36	9 6 3,6	9	9
С-2	3 5 10	54 60 72	18 12 7.2	18	18
С-3	3 5 10	81 90 108	27 18 10,8	27	27
С-4	3 5 10	108 120 144	36 24 14,4	36	36
С-5	3 5 10	135 150 180	45 30 18	45	45
С-6	3 5 10	162 180 216	54 36 21,6	54	54

Таблица 163

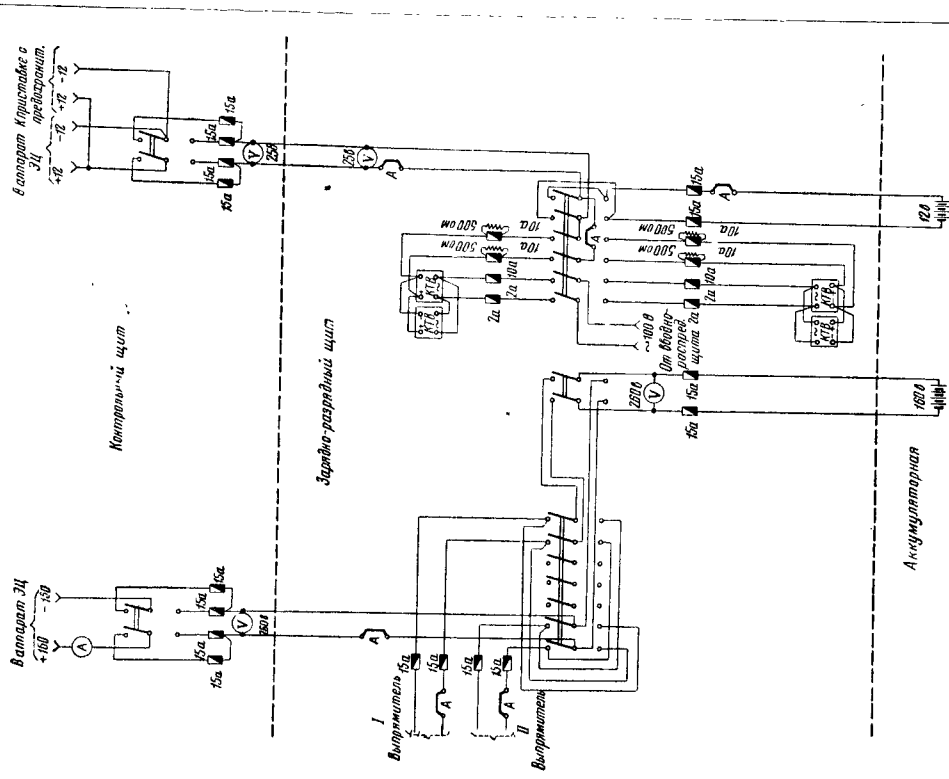
Габаритные размеры одного элемента аккумулятора типа С в *мм*

Тип аккумулятора	Длина	Ширина	Высота
С-1	80	215	270
С-2	130	215	270
С-3	180	215	270
С-4	215	230	270
С-5	215	230	270
С-6	215	195	480

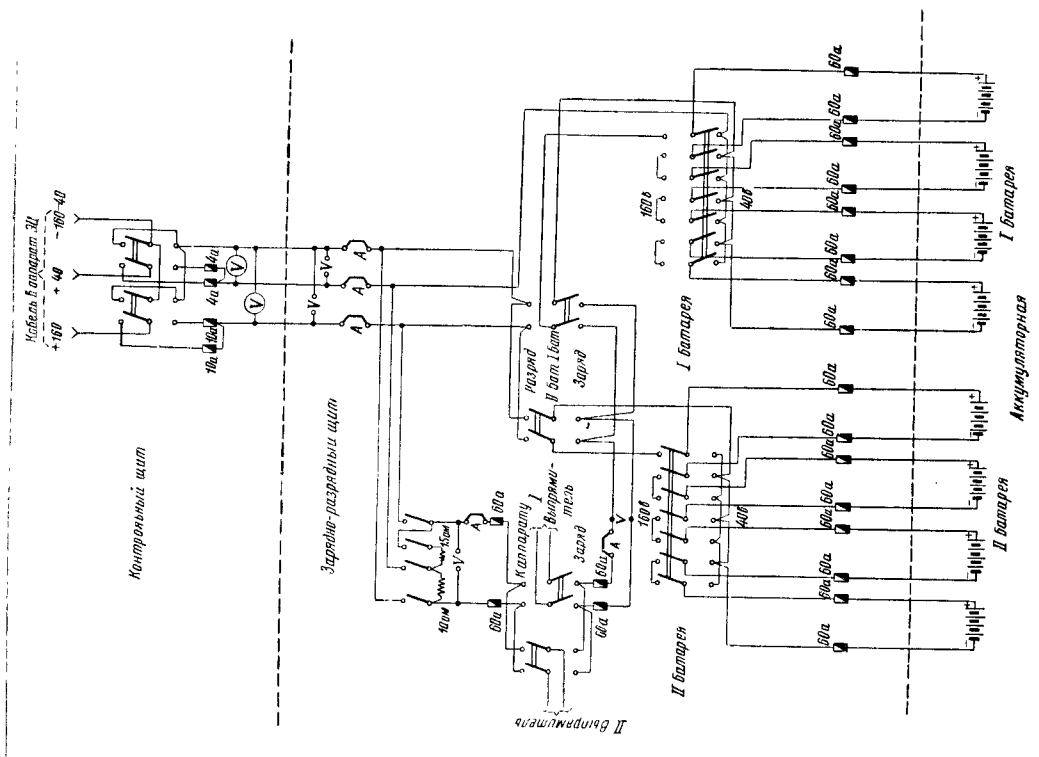
Аккумуляторы типа С поставляются в стеклянных банках и устанавливаются на стеллажах; размеры их даны в табл. 164.

Типы выпрямительных устройств, ртутных колб и электрические характеристики выпрямителей, применяющихся в электрической централизации, приведены в табл. 165.

Принципиальная схема ртутного выпрямителя типа УРВ-20 изображена на фиг. 529.



Фиг. 528. Принципиальная схема питания постоянным током в однобатарейной системе



Фиг. 527. Принципиальная схема питания постоянным током в двухбатарейной системе

Таблица 164

Габаритные размеры типовых стеллажей для аккумуляторных батарей электрической централизации

Тип стеллажа		Тип батареи	Количество элементов на стеллажах	Высота	Длина	Ширина
				в *мм*		
Однорусный	Двухрядный	С1	80	320	4 500	660
	Однорядный	С2	20	320	3 300	295
	»	С3	20	320	4 300	295
	»	С4, С5	20	320	5 660	295
Двухъярусный	»	С1	80	1 250	4 500	630
	Двухрядный	С1	80	1 250	2 300	1 100
	»	С2	80	1 250	3 300	1 100
	»	С3	80	1 250	4 300	1 100
	»	С4, С5	80	1 250	5 000	1 100
	»	С4, С5	64	1 250	4 300	920
	Однорядный	С4, С5	32	1 250	4 300	540
	»	АБН-72 С1	6	1 250	584	620

Выпрямительное устройство типа УРВ-21 для охлаждения колбы имеет вентилятор; в остальном схема его аналогична схеме УРВ-20.

На посты электрической централизации обычно подаётся переменный ток напряжением 380 или 220 *в*.

Для получения различных напряжений переменного тока, необходимых для питания устройств при механо-электрической и электрозащёлочной централизациях, использовался автотрансформатор типа АОС. Схема этого автотрансформатора приведена на фиг. 530, а электрические данные в табл. 166—168.

В новых установках вместо автотрансформатора АОС применяется трёхфазный трансформатор ТС-20/0,5, схема которого приведена на фиг. 531.

Траисформатор может быть включён в трёхфазную сеть напряжением 380 *в*. В этом случае напряжение сети подводится к зажимам *A*, *B* и *C*, а зажимы *X*, *Y*, *Z* соединяются накоротко.

Таблица 165

Осиовные даиные ртутных выпрямителей

Тип выпрямителя	Шифр	Тип ртутной колбы	Применяется для батарей	Режим	Переменный ток: напряжение в *в*	Переменный ток: сила тока в *а*	Переменный ток: потребляемая мощность в *ква*	Постоянный ток: напряжение в *в*	Постоянный ток: сила тока в *а* и тип батареи	Примечания
УРВ-20	6-К27-160	ЗВН-30	До С3 вкл.	Зарядный	380/220	16/28	10,3	160 225	18-С2 27-С3 7,2-С2 10-С3	Начало заряда Конец заряда
				Силовой	380/220	7,4/13	4,9	160	20	
УРВ-21	6-К45-160	ЗВН-60	С4-С5	Зарядный	380/220	26/45	17,2	160 225	36-С4 45-С5 14,2-С4 18-С5	Начало заряда Конец заряда
				Силовой	380/220	15/26	9,9	160	40	

Таблица 166

Осиовные электрические данные автотраисформатора АОС

Первичное напряжение 110 *в* на клеммах А—X_1			Первичное напряжение 110 *в* на клеммах А—X_1		
клеммы	вторичное напряжение в *в*	мощность в *ква*	клеммы	вторичное напряжение в *в*	мощность в *ква*
X-a7	13,75	2,5	X-a3	68,75	11,5
X-a6	27,50	6,5	X-a2	82,50	20,0
X-a5	41,25	7,0	X-a1	96,25	20,0
X-a4	55,00	7,0	X-a	110,00	20,0

Таблица 167

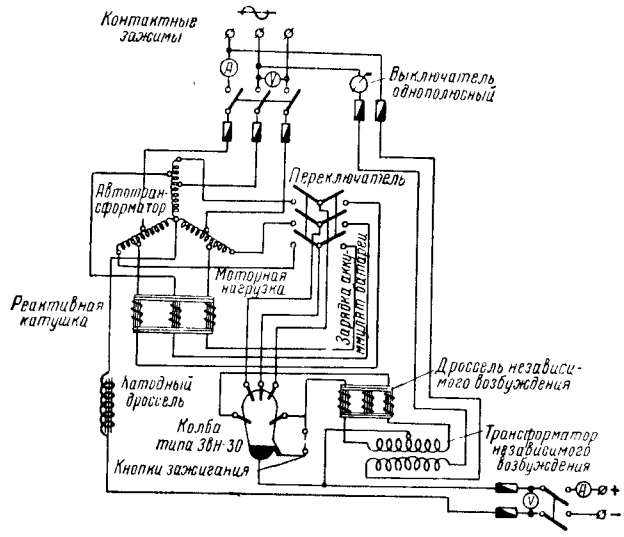
Основные электрическне данные автотрансформатора АОС

Первичное напряжение 220 *в* на клеммах А—X; соединить клеммы а—X_1			Первичное напряжение 220 *в* на клеммах А—X; соединить клеммы а—X_1		
клеммы	вторичное напряжение в *в*	мощность в *ква*	клеммы	вторичное напряжение в *в*	мощность в *ква*
X-a7	13,75	2,5	A-a1	123,75	13,5
X-a6	27,50	5,5	A-a2	137,50	18,0
X-a5	41,25	9,0	A-a3	151,25	23,5
X-a4	55,00	10,5	A-a4	165,00	32,5
X-a3	68,75	10,5	A-a5	178,75	40,0
X-a2	82,50	10,5	A-a6	192,50	40,0
X-a1	96,25	10,5	A-a7	206,25	40,0
X-a	110,00	10,5			

Таблица 168

Основные электрические данные автотрансформатора АОС

Первичное напряжение 110 *в*—на клеммах А—X_1; соединить клеммы А—Х			Первичное напряжение 110 *в* на клеммах А—X_1; соединить клеммы А—Х		
клеммы	вторичное напряжение в *в*	мощность в *ква*	клеммы	вторичное напряжение в *в*	мощность в *ква*
X_1-а7	123,75	25,0	X_1-а3	178,75	14,0
X_1-а6	137,50	22,5	X_1-а2	192,50	12,5
X_1-а5	151,25	19,5	X_1-а1	206,25	11,5
X_1-а4	165,00	16,0	X_1-а	220,00	10,5



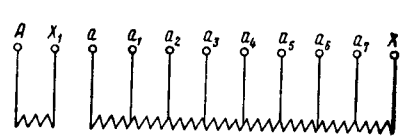
Фиг. 529. Принципиальная схема ртутного выпрямителя типа УРВ-20

Распределение переменного тока при обеих системах централизации производится вводно-распределительным щитом.

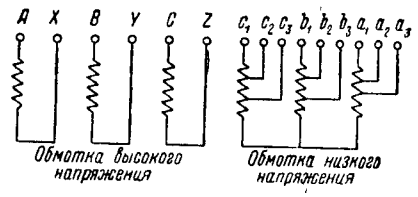
Для питания светофорных ламп, табло, индикаторов и рельсовых цепей с вводно-распределительного щита переменный ток передаётся к приставным щитам с предохранителями, откуда распределяется по отдельным цепям.

Общая схема питания переменным током дана на фиг. 532.

Для контроля напряжения батарей, переключения их с одних предохранителей на другие—запасные и для переключения светофоров с дневного режима на ночной исполь-



Фиг. 530. Схема автотрансформатора АОС



Фиг. 531. Схема трансформатора ТС-20/05

При напряжении сети 220 *в* напряжение подводится к тем же зажимам *А*, *В* и *С* и в то же время эти зажимы соединяются соответственно: *А* с *Z*, *В* с *X*, *С* с *Y*.

С вторичной обмотки низкого напряжения могут быть сняты три напряжения с каждой из трёх фаз, а именно:

230 *в* с зажимов $a_1 - b_1$; $b_1 - c_1$; $c_1 - a_1$;
180 *в* с зажимов $a_2 - b_2$; $b_2 - c_2$; $c_2 - a_2$;
115 *в* с зажимов $a_3 - b_3$; $b_3 - c_3$; $c_3 - a_3$.

При одновременной нагрузке на всех трёх напряжениях суммарный ток нагрузки не должен превышать 50 *а*.

Основные характеристики трансформатора ТС-20/0,5

Ток холостого хода в %	5,7
Потери холостого хода в *вт*	230
Потери короткого замыкания (при 75°) в *вт*	420
Напряжение короткого замыкания (при 75°) в %	4,3
Сопротивление обмотки ВН А—Х (при 18°С) в *ом*	0,027
Сопротивление обмотки НН a_1—b_1 (при 18°С) в *ом*	0,0612
Напряжение испытания изоляции обмоток в *кв*	5
Сопротивление изоляции между обмотками и корпусом (при 18°С) в *мегом*	500
Сопротивление изоляции между обмотками (при 18°С) в *мегом*	500

зуется контрольный щит, который устанавливается в аппаратном помещении.

Общая спецификация основного оборудования устройств питания электрической централизации приведена в табл. 169.

Таблица 169

Основное оборудование устройств питания электрической централизации

Наименование	Количество
Щит вводно-распределительный	1
» зарядно-разрядный	1
» контрольный	1
Приставка с предохранителями к вводно-распределительному щиту	По потребности
Выпрямитель ртутный	2
Автотрансформатор АОС	2
Батарея из 80 аккумуляторов	2 или 1
» » 6 аккумуляторов	1 при электромеханической системе
Выпрямитель купроксный типа КТВ-1 для подзаряда контрольной 12-вольтовой батареи	По потребности

В настоящее время разработаны новые системы питания устройств электрической

централизации, обеспечивающие по сравнению с прежде применявшимися системами:

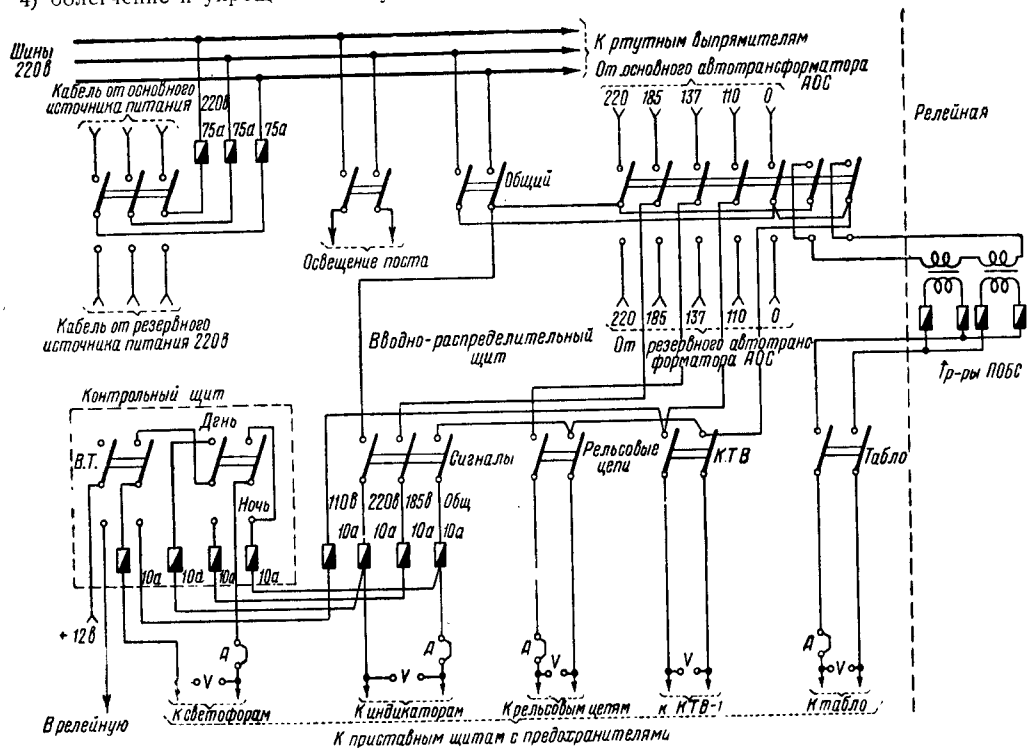
1) уменьшение габарита зарядно-разрядных устройств;

2) минимальную потребность в аккумуляторах;

3) полную изоляцию устройств питания от сети переменного тока;

4) облегчение и упрощение обслуживания.

взято 24 *в* с выводом от 12 *в*. Для этого используют три батареи по 6 аккумуляторов, из которых две специальным переключателем включены на питание контрольных цепей и подзаряжаются непрерывно от селеновых выпрямителей с напряжением 12 *в* при 10,8 *а*, а третья находится в резерве и её можно ремонтировать, заряжать или разряжать на сопротивление.



Фиг. 532. Принципиальная схема питания переменным током. Трансформаторы ПОБС (количество пар в зависимости от мощности, потребляемой табло) применяются для изоляции цепи ламп табло от сети переменного тока

Общая схема питающих устройств для крупных станций дана на фиг. 533, 534, 535, а спецификация оборудования приведена в табл. 170.

Первое и второе из перечисленных требований выполняются при помощи пяти групп батарей для питания рабочих цепей.

Каждая из групп батарей состоит из 20 аккумуляторов и даёт напряжение 40 *в*. Специальным переключателем четыре группы соединяются последовательно и включаются на питание рабочих цепей. Одновременно эти четыре группы непрерывно подзаряжаются сухим селеновым выпрямителем с напряжением 160 *в* при силе тока до 2 *а*. Пятая батарея свободна и может ремонтироваться, разряжаться на сопротивление или заряжаться.

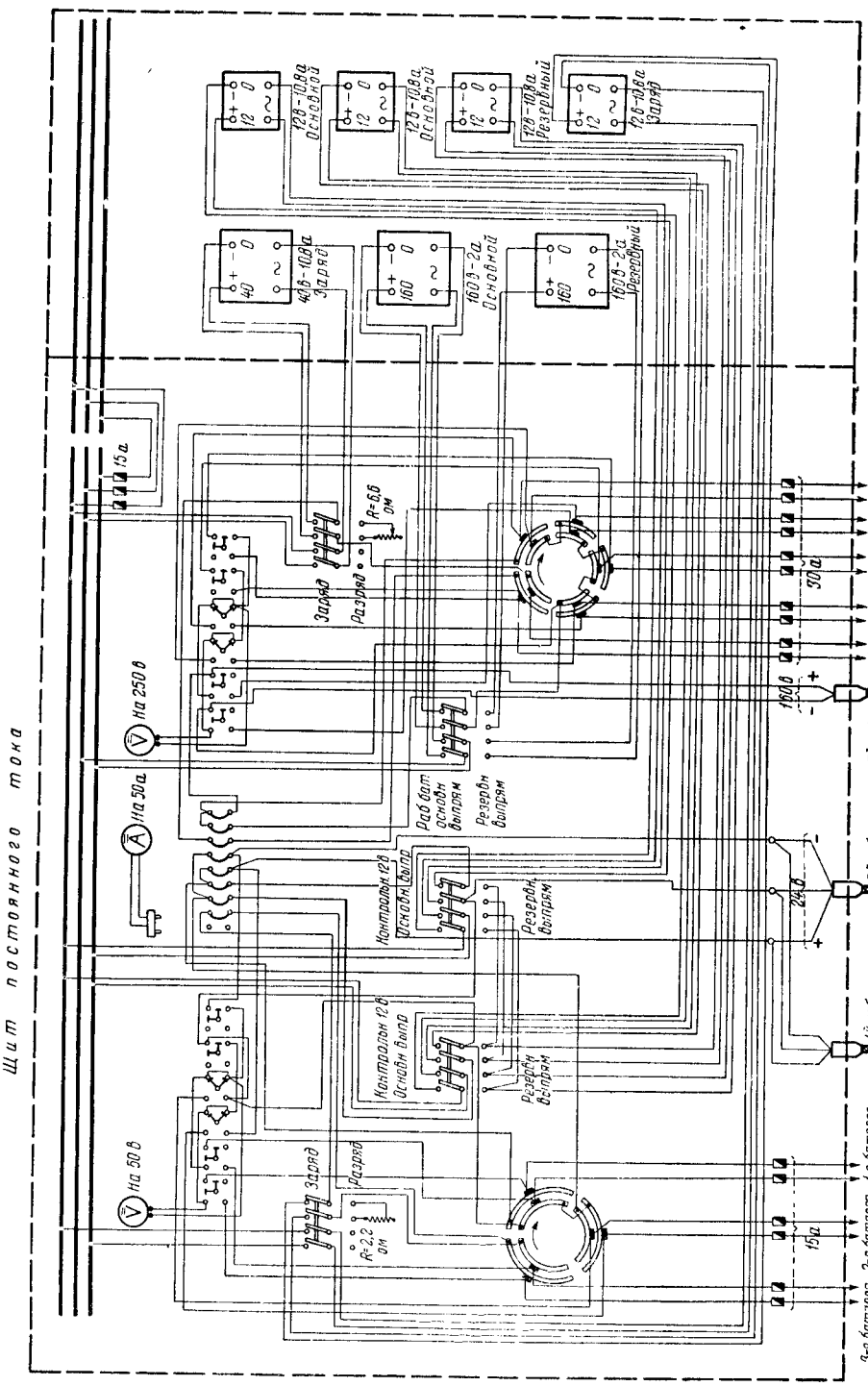
При помощи переключателя все группы поочерёдно переключают на заряд и работу. Для заряда свободной группы предусмотрен селеновый выпрямитель с напряжением 40 *в* при 10,8 *а*. Так как система предусматривает также и питание новейших устройств централизации, напряжение контрольной батареи

Таблица 170

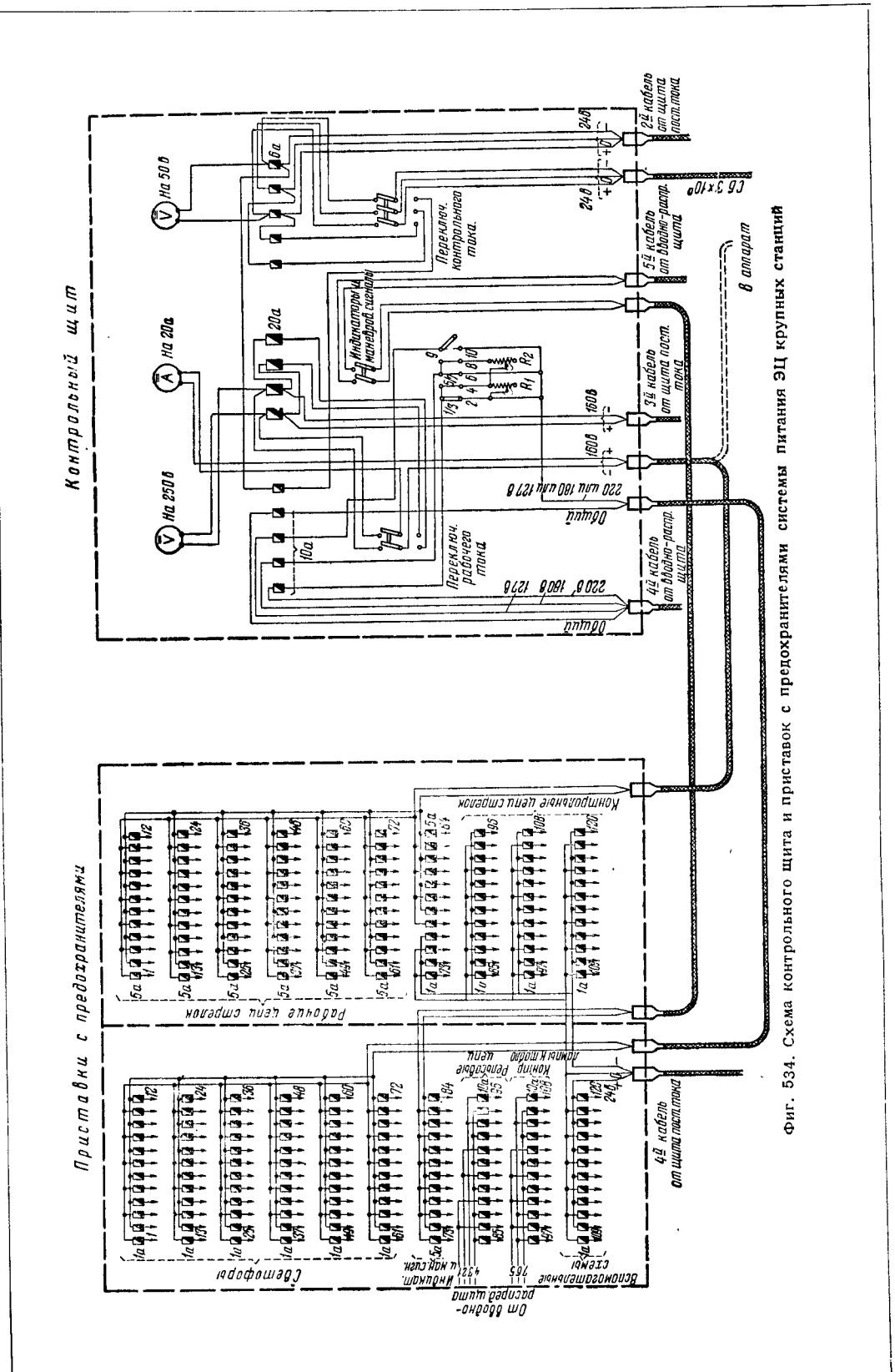
Основное оборудование новой системы питания устройств электрической централизации крупных станций

Наименование	Количество
Щит вводно-распределительный переменного тока	1
Щит силовой постоянного тока	1
Щит контрольный	1
Стеллаж для селеновых выпрямителей	1
Приставки с предохранителями к вводно-распределительному щиту [1]	—
Трансформатор изолирующий	5[2]
Батарея из 20 аккумуляторов	3
» из 6 аккумуляторов	3[2]
Выпрямитель селеновый 160 *в* 2 *а*	1
» » 40 *в* 10,8 *а*	4[3]
» » 12 *в* 10,8 *а*	

[1] Количество по потребности.
[2] Один—резервный, один—рабочий зарядный.
[3] Один—резервный, один—зарядный, два—рабочих.

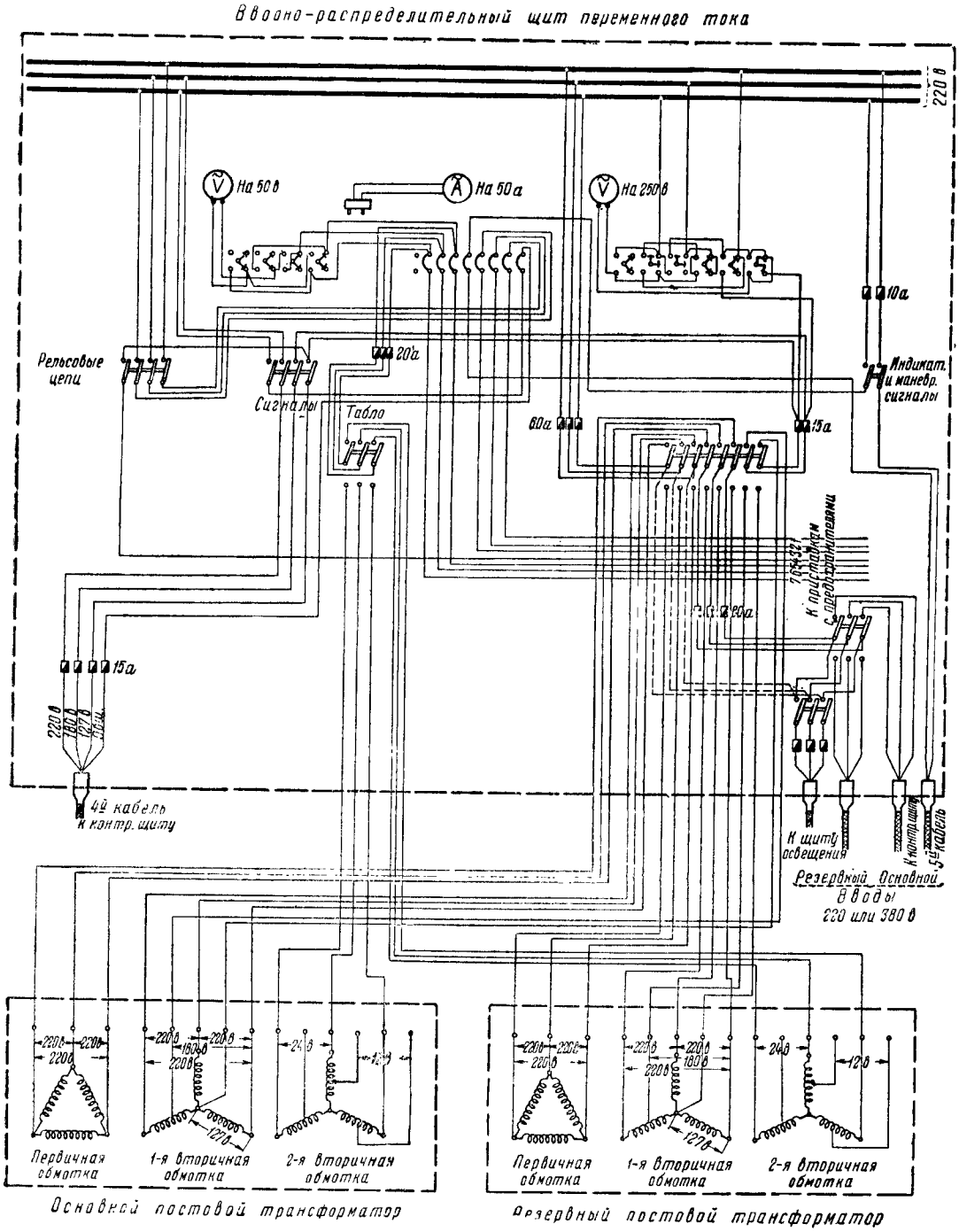


Фиг. 533. Схема щита постоянного тока и стеллажа селеновых выпрямителей системы питания ЭЦ крупных станций


Контрольный щит
Приставки с предохранителями
Сборно-распред. шина
Сигнальные лампы
Трансформаторы
Реле
Контрольные цепи смежных
Рабочие цепи смежных
Переключ. рабочего тока
Переключ. контрольного тока
Индикаторы маневровой сигнализ.
Кабель от щита пост. тока
Кабель от щита пост. тока
Кабель от щита пост. тока

Общее количество аккумуляторов в этой системе — 118.

Уменьшение габарита зарядно-разрядных устройств и облегчение обслуживания достигается применением для подзаряда и заряда батарей селеновых выпрямителей, конструктивно объединённых на одном стеллаже. Селеновые выпрямители имеют магнитные шунты для регулировки режима подзаряда и дроссели для автоматической регулировки напряжения при заряде батарей.



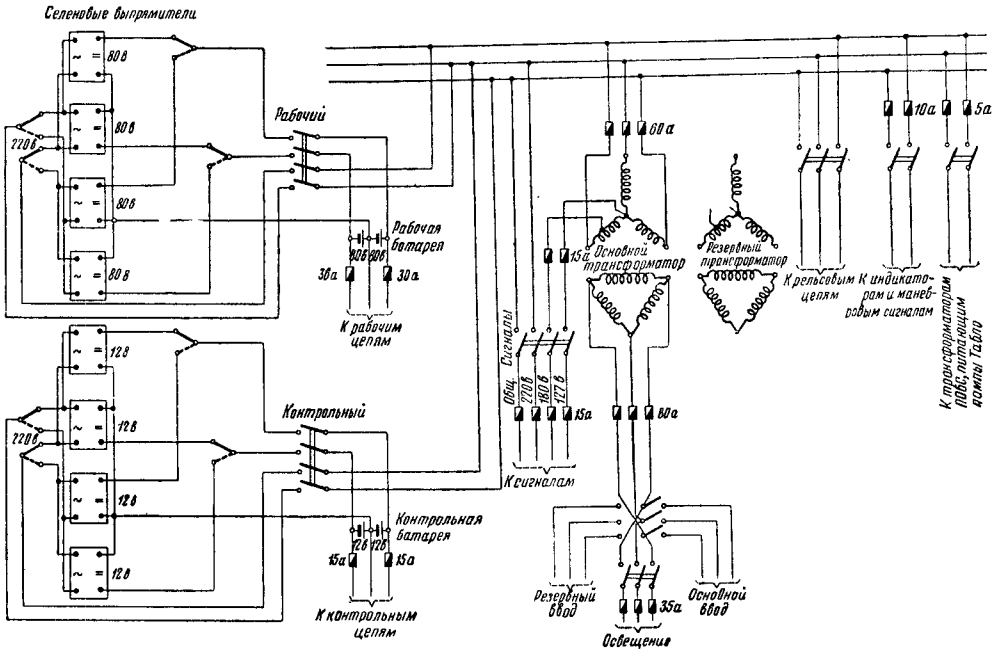
Фиг. 535. Схема вводно-распределительного щита переменного тока системы питания ЭЦ крупных станций

Изоляция от питающей сети достигается применением изолирующего трансформатора вместо автотрансформатора АОС.

В случае применения этой системы при механо-электрической централизации устанавливают только две группы контрольных батарей по 40 *в*, а при электрозащёлочной централизации — две группы по 12 *в* с соответствующими селеновыми выпрямителями. Монтаж щитов при этом незначительно меняется.

Схема питания устройств электрической централизации на средних станциях приведена на фиг. 536.

В этой схеме аккумуляторные батареи работают в буфере с селеновыми выпрямителями. Число аккумуляторов уменьшено до 92. Схема переключений чрезвычайно проста и габариты устройств питания значительно меньше, чем для описанных выше систем.



Фиг. 536. Буферная система питания устройств электрической централизации средних станций

ПИТАНИЕ УСТРОЙСТВ СЦБ НА МЕХАНИЗИРОВАННЫХ СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ

Для питания устройств механизированных сортировочных горок переменным током необходимо напряжение 380/220 *в* (табл. 171). Эта энергия нужна для питания:

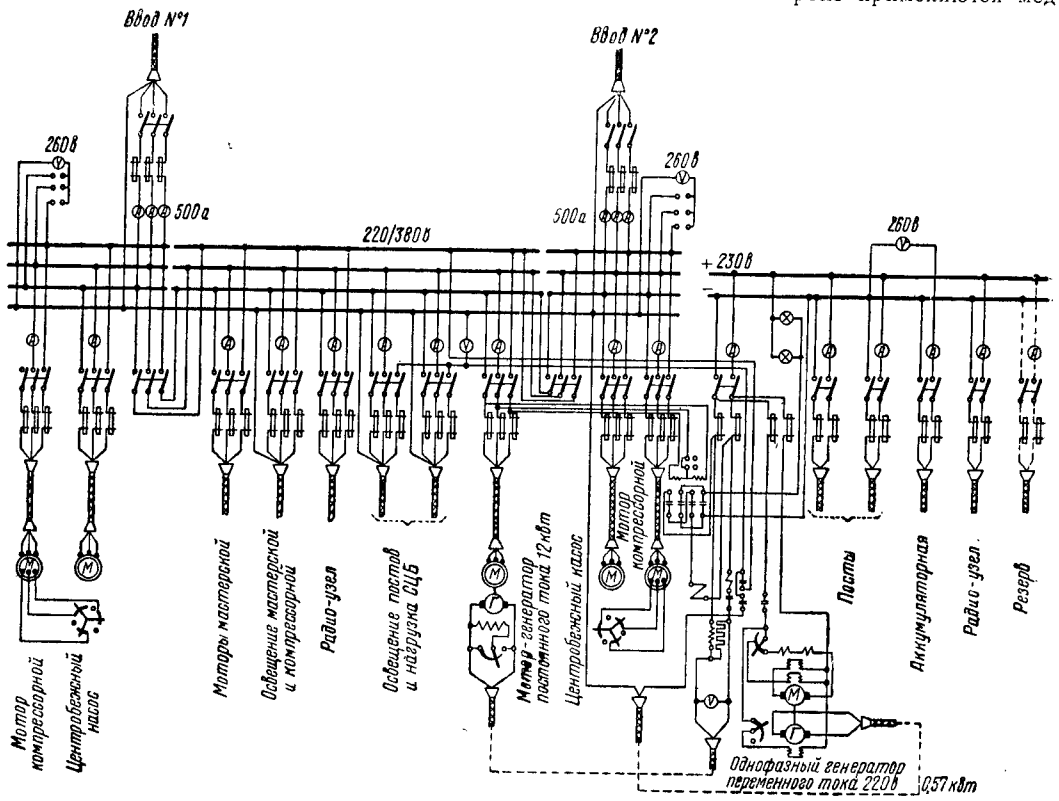
Таблица 171

Основное оборудование устройств электроснабжения механизированной сортировочной горки

Наименование	Тип	Количество	Наименование	Тип	Количество
Генератор постоянного тока 230 *в*, 12 *квт*	ПН-100	1	Амперметр магнитоэлектрический со шкалой:		
Электродвигатель переменного тока 380/220 *в*, 14,5 *квт*	PRV-108	1	0—50 *а*	ММ	5
Электродвигатель постоянного тока 220 *в*, 1 *квт*	ПН-5	1	50—0—50 *а*	ММ	1
Однофазный генератор переменного тока (изменённый электродвигатель ПН-5) 220 *в*, 0,57 *квт*	—	1	Вольтметр электромагнитный со шкалой 0—260 *в*	ЭН	3
Контактор нормально закрытый с гашением	КП-23	1	То же магнитоэлектрический со шкалой 0—260 *в*	ММ	2
Реле	РЭ-125	2	Вольтметровый переключатель на 4 цепи тока	ПВ-3024	2
Автомат обратного тока	IR-50a	1	Рубильник с разрывными ножами и рычажным приводом на:		
Шунтовой регулятор с цепным приводом	—	1	400 *а*	РП-4323	6
Амперметр электромагнитный со шкалой:			100 *а*	РП-4303	8
0—500 *а*	ЭН	6	То же двухполюсный на 100 *а*	РП-4	6
0—200 *а*	ЭН	3	Предохранитель трубчатый с бакелитовым патроном на 400 *а*	ПР-1	12
0—120 *а*	ЭН	1	на 100 *а*	ПР	24
0— 20 *а*	ЭН	6	на 60 *а*	ПР	12
			Изолятор ребристый	СШ-0,5	32

1) моторов, компрессоров и центробежных насосов, 2) устройств СЦБ, 3) радиоузла, 4) освещения постов, компрессорной, 5) мастерских, 6) мотор-генератора для питания устройств постоянным током.

Распределение энергии переменного и постоянного тока производится на пятипанельном щите, схема которого приведена на фиг. 537.



Фиг. 537. Схема щита питания устройств механизированной сортировочной горки

Параллельно основному мотор-генератору постоянного тока включается аккумуляторная батарея напряжением 230 *в*.

Для питания устройств СЦБ, освещения постов и компрессорной в случае прекращения подачи переменного тока предусматривается генератор переменного тока небольшой мощности, приводимый в действие электродвигателем постоянного тока, включающимся на аккумуляторную батарею.

В некоторых случаях устанавливаются два мощных мотор-генератора, при этом аварийное питание не предусматривается.

Наличие аварийного питания переменным током и количество основных мотор-генераторов обусловливаются местными условиями.

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДРУГИХ УСТРОЙСТВ СЦБ

До последнего времени для питания независимо действующей сигнализации, механической централизации и полуавтоматической блокировки применялись сухие первичные элементы типов 3С, 6СМВД и БНС-100 (см. табл. 172).

При питании сухими элементами обычно устанавливаются отдельные батареи для каждого вида приборов (электрозаводные предупредительные диски, сцепляющие механизмы, повторители семафоров и т. д.).

В настоящее время наряду с указанными типами элементов широко применяются медноокисные первичные элементы типа МОЭ-250 (см. табл. 161). При этих элементах обеспечивается более устойчивая и надёжная работа устройств и имеется возможность благодаря большому разрядному току элементов и их низкому внутреннему сопротивлению производить питание от общих постовых батарей.

Таблица 172

Характеристики первичных элементов 3С, 6СМВД и БНС-100

Тип элемента	Э.д.с. в *в*	Напряжение в *в*		Ёмкость в *а-ч*	в *мм*			Вес в *кг*
		начало разряда	конец разряда		Высота	Длина	Ширина	
3С	1,5	1,44	0,7	30	123	55	55	0,7
6СМВД	1,4	1,3	0,7	150	178	78	78	1,7
БНС-100	1,54	1,5	0,7	100	120	150	120	2,5

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Аксёнов И. Я., Суязов И. Г. Пособие к изучению Правил технической эксплуатации железных дорог СССР. Трансжелдориздат, М., 1951.
2. Алфёров А. А. Автоблокировка с питанием от силовой линии напряжением 500 *в*. Трансжелдориздат, М., 1951.
3. Борисов А. В. Проектирование полуавтоматической блокировки. Трансжелдориздат, М., 1947.
4. Борисов Д. П., Вахнин М. И., Кормилицын А. Я., Майшев П. В., Перов Н. М. Устройства СЦБ и их использование. Трансжелдориздат, М., 1948.
5. Борисов Д. П. Двухочковая полуавтоматическая блокировка. Трансжелдориздат, М., 1950.
6. Брылеев А. М., Фонарёв Н. М., Шишляков А. В. Кэб-сигнализация с непрерывным автостопом системы ЦНИИ. Трансжелдориздат, М., 1950.
7. Брылеев А. М. Рельсовые цепи. Трансжелдориздат, М., 1939.
8. Брылеев А. М. Реле, трансформаторы, выпрямители СЦБ и их испытание. Трансжелдориздат, М., 1940.
9. Борисов Д. П. Релейная полуавтоматическая блокировка. Трансжелдориздат, М., 1950.
10. Вахнин М. И. Устройства СЦБ и их содержание. Перегонные устройства. Трансжелдориздат, М., 1947.
11. Данилов М. П. Точечный индуктивно-резонансный автостоп системы А. А. Таицюра. Трансжелдориздат, М., 1947.
12. Диспетчерская централизация под ред. Орешкина К. Ф. Трансжелдориздат, М., 1938.
13. Жильцов П. Н., Назаров Ф. С. Руководство электромеханику и монтёру электрической централизации. Трансжелдориздат, М., 1950.
14. Казаков А. А. Автоблокировка и авторегулировка. Трансжелдориздат, М., 1947.
15. Казаков А. А. Электрическая, диспетчерская и горочная цептрализация. Трансжелдориздат, М., 1945.
16. Леонов А. А. Точечный индуктивно-резонансный автостоп системы А. А. Танцюра. Трансжелдориздат, М., 1950.
17. Моисеев В. Д. Устройства СЦБ и их содержание. Трансжелдориздат, М., 1940.
18. Наталевич Е. Е., Шастин В. А., Борисов А. В. Механическая централизация на железных дорогах СССР. Трансжелдориздат, М., 1950.
19. Наталевич Е. Е. Механическая централизация стрелок и сигналов. Трансжелдориздат, М., 1940.
20. Наталевич Е. Е. Станционная блокировка. Трансжелдориздат, М., 1949.
21. Неугасов Н. М. и др. Проектирование автоблокировки на железнодорожном транспорте. Трансжелдориздат, М., 1941.
22. Рогинский Н. О., Кутьии И. М. Основы кодовой автоблокировки. Трансжелдориздат, М., 1947.
23. Руководство электромеханику и монтёру независимо действующей сигнализации и жезловой системы. Трансжелдориздат, М., 1946.
24. Руководство электромеханику и монтёру полуавтоматической блокировки и механической централизации. Трансжелдориздат, М., 1948.
25. Справочник по транспортной связи и СЦБ для электромехаников сигнализации и связи. Под редакцией проф. Рогинского Н. О. Трансжелдориздат, М., 1947—1948.
26. Степанов Н. М. и др. Релейная централизация. Трансжелдориздат, М., 1941.
27. Тишин Г. Д. Кэб-сигнализация с автостопом системы НИИЖТ. Трансжелдориздат, М., 1940.
28. Трегер Д. С., Электрожезловой аппарат системы Трегера. Трансжелдориздат, М., 1944.

СВЯЗЬ

*

ВИДЫ СВЯЗИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ

Все телеграфно-телефонные линии и устройства телефонной и телеграфной связи, имеющиеся на раздельных пунктах, в отделениях, в управлениях железных дорог, а также в Министерстве путей сообщения, образуют в совокупности единую систему транспортной связи. Этот комплекс средств связи используется работниками железнодорожного транспорта для оперативного руководства работой всей сети железных дорог СССР.

Некоторые виды железнодорожной связи предназначены для обеспечения потребностей в связи работников всех служб железнодорожного транспорта, другие—для специальных целей и находятся исключительно в пользовании работников только одной какой-либо службы.

ОБЩАЯ СЛУЖЕБНАЯ СВЯЗЬ

Линии связи общего служебного пользования связаны друг с другом и образуют в совокупности единую сеть оперативной служебной связи железнодорожного транспорта.

К видам общей служебной связи железнодорожного транспорта относятся:

дальняя магистральная телефонная и телеграфная связи; при помощи этих связей осуществляются сношения между Министерством путей сообщения и управлениями железных дорог, а также между управлениями железных дорог;

дальняя дорожная телефонная и телеграфная связи, служащие для сношений работников управления дороги с отделениями и крупными железнодорожными узлами, а также последних между собой;

постанционная телефонная и телеграфная связи предназначены для сношений промежуточных станций в пределах определённого участка между собой, а также с отделенческими и участковыми станциями, ограничивающими данный участок;

местная телефонная и телеграфная связи, служащие для взаимных служебных сношений между собой работников различных служб, работающих в одном каком-либо пункте (станция, узел, отделение или управление дороги).

В комплекс устройств местной телефонной связи входят:

а) центральная телефонная станция (ЦТС) ручного или автоматического обслуживания (РТС или АТС);

б) установленные у отдельных должностных лиц (так называемых абонентов) телефонные аппараты;

в) сеть из воздушных или кабельных линий, соединяющая абонентские телефонные аппараты с ЦТС.

При центральных телефонных станциях железнодорожного транспорта, как правило, устраивают междугородную телефонную станцию (МТС) или устанавливают отдельные междугородные коммутаторы, через которые абоненты местной центральной телефонной станции могут получать соединение с линиями дальней магистральной или дорожной телефонной связи, а также постанционной телефонной связи и, таким образом, могут осуществлять телефонные переговоры с любыми другими абонентами, находящимися на любой другой железнодорожной станции своей дороги, в управлении дороги или в МПС. Равным образом возможно соединение и со станциями других дорог всей сети железных дорог Советского Союза.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ СВЯЗИ МАГИСТРАЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО ЗНАЧЕНИЯ

Магистральная связь совещаний (МСС) служит для проведения руководством МПС оперативных совещаний с работниками управлений дорог и линейных организаций.

Дорожная связь совещаний (ДСС) предназначена для проведения оперативных совещаний руководящих работников управления дороги с работниками отделений дороги и важнейших станций.

Дорожная диспетчерская связь (ДДС), или связь ДГП, используется при оперативных переговорах дорожного диспетчера дороги с дежурными по отделениям дорог и с дежурными по станциям важнейших станций дороги.

ВНУТРИОТДЕЛЕНЧЕСКИЕ (УЧАСТКОВЫЕ) СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ СВЯЗИ

Поездная межстанционная связь служит для сношений дежурных по станциям соседних станций между собой по вопросам, связанным с движением поездов. Эта связь может быть как телефонной, так и телеграфной.

При телефонной межстанционной поездной связи на станциях, ограничивающих перегон, устанавливают связанные между собой линией телефонные аппараты. В провода данной связи включение каких-либо других телефонных аппаратов категорически запрещается.

Телеграфная межстанционная связь осуществляется посредством установленных на каждом из раздельных пунктов телеграфных аппаратов Морзе, включённых последовательно в один общий провод.

На участках дорог, оборудованных электрожезловой системой или путевой полуавтоматической блокировкой, телефонные аппараты, предназначенные для сношений по вопросам движения поездов, включаются в провода этих устройств.

При наличии автоблокировки межстанционная связь осуществляется по специальной двухпроводной цепи.

Поездная диспетчерская телефонная связь используется при разговорах поездного диспетчера с дежурными по станциям, а также для связи с другими раздельными пунктами, входящими в его участок.

Диспетчерская связь энергоснабжения предназначена для сношений энергодиспетчера с дежурными по тяговым подстанциям и с постами контактной сети.

Линейно-путевая телефонная связь служит для переговоров работников службы пути железных дорог по вопросам, касающимся содержания в исправности пути и сооружений.

Связь диспетчера-вагонораспределителя связывает диспетчера-вагонораспределителя с транспортными цехами наиболее важной, с точки зрения объёма перевозок, клиентуры — заводами, элеваторами, новостройками и т. п., а также со станционными диспетчерами и ДСП соответствующих железнодорожных станций.

Поездная радиосвязь служит для сношений поездного диспетчера и дежурных по станциям с машинистами поездных локомотивов.

При помощи телеграфной связи информации на подходах к сортировочным станциям осуществляется заблаговременная передача на сортировочную горку сведений, касающихся расположения вагонов в поездах и их сортировки.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ВНУТРИСТАНЦИОННОЙ СВЯЗИ

Стрелочная связь предназначена для сношений дежурного по станции со стрелочными постами.

Сеть стрелочной связи устраивается отдельно от других видов связи; в провода стрелочной связи не разрешается включение каких-либо других телефонных аппаратов.

Внутристанционная диспетчерская связь служит для сношений станционного (маневрового) диспетчера со станционными работниками, участвующими в технологическом процессе работы станций (дежурными по паркам, стрелочниками и др.). В некоторых случаях в сеть внутристанционной диспетчерской связи включаются громкоговорители, устанавливаемые на территории станции.

Связь грузового диспетчера, устраивается на станциях с большой грузовой работой и служит для переговоров грузового диспетчера с погрузочно-разгрузочными пунктами и складами, товарной и технической конторой и т. п.

Внутристанционная радиотелефонная связь используется для сношений дежурного по горке с машинистами горочных локомотивов и станционного диспетчера с машинистами маневровых локомотивов.

Горочная оповестительная связь одностороннего действия служит для передачи с верхнего горочного поста работникам, участвующим в сортировке поездных составов, всякого рода распоряжений, а также сведений об отцепах при роспуске составов поездов с горки.

Внутридеповская и внутризаводская телефонные связи предназначены для связи дежурного по депо или заводу с работниками цехов.

Односторонняя громкоговорящая связь на вокзалах и в поездах применяется для оповещения пассажиров о прибывающих и отправляющихся поездах, а также для передачи других сведений, относящихся к организации пассажирских перевозок.

Связь общей радиоинформации служит для передачи центрального и местного вещания. В комплекс устройств этого вида односторонней связи входят радиотрансляционные узлы и проводные радиотрансляционные сети, а также многочисленные радиоприёмники, установленные в путевых будках и казармах, в квартирах железнодорожников, в некоторых служебных помещениях и т. п.

Правила технической эксплуатации железных дорог СССР предусматривают применение следующих временных видов связи:

Связь остановившегося в пути поезда с диспетчером. Для этого пассажирские и другие поезда, перевозящие людей, снабжаются телефонными аппаратами.

При остановке поезда на перегоне главный кондуктор при помощи особого приспособления включает телефонный аппарат в цепь диспетчерской связи.

Связь восстановительных поездов, находящихся на перегонах, с диспетчером и со смежными станциями. Для этого может быть использована как телефонная, так и телеграфная связь.

Связь руководителя работ при восстановлении и ремонте различных железнодорожных устройств и сооруже-

ний с диспетчером на всё время производства работ. Такая связь может быть осуществлена при помощи переносных телефонных аппаратов, включаемых в цепь диспетчерской связи.

Телефонная связь руководителя работ с сигналистами, поставленными у сигналов, ограждающих место работ, при производстве путевых работ развёрнутым фронтом.

Все перечисленные выше специальные виды связи образуют замкнутые сети, не связанные с сетью общей служебной связи железнодорожного транспорта. Исключение составляют линейно-путевая и внутризаводские связи, с которых, в некоторых случаях, имеется возможность выхода на сеть общей служебной связи.

ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ПО ПРОВОДАМ

ОДНОРОДНЫЕ И НЕОДНОРОДНЫЕ ЛИНИИ СВЯЗИ

Для передачи сигналов связи на железнодорожном транспорте в настоящее время используют воздушные и кабельные линии. На воздушных линиях применяют провода из цветного металла (твёрдотянутые медные и биметаллические) и стальные. Используемые для дальней связи медные провода, имеют диаметр 3,0 — 4,0 *мм*. Биметаллические провода, как правило, применяют диаметром 4 *мм* с номинальной толщиной медной оболочки $\Delta = 0{,}4$ *мм*. Стальные провода, служащие для дальней телефонной и телеграфной связи, а также для всех видов телефонной избирательной связи, имеют диаметр 4 и 5 *мм*.

Кабели для дальней связи применяют преимущественно четвёрочного типа с медными жилами диаметром 0,9—1,4 *мм* и с кордельно-бумажной или кордельно-стирофлексной изоляцией.

На сетях местной телефонной связи применяют преимущественно воздушные стальные провода диаметром 3 *мм* и кабели с медными жилами диаметром 0,5 и 0,7 *мм* с воздушно-бумажной изоляцией.

Линия электрической связи называется однородной, если её электрические свойства (активное сопротивление, индуктивность, ёмкость и проводимость изоляции) одинаковы на всём протяжении её длины.

Если линия состоит из нескольких участков однородных линий различного типа, то её называют неоднородной.

Процессы распространения электромагнитных волн вдоль однородной линии вполне определяются её волновыми параметрами — волновым сопротивлением Z и постоянной распространения:

$$\gamma = \beta + j\alpha,$$

где β — постоянная затухания;

α — фазовая постоянная.

По мере продвижения электромагнитной волны по линии амплитуды напряжения и тока постепенно уменьшаются по закону $e^{-\beta x}$, где x — расстояние от начала линии; одновременно с этим изменяются фазы напряжения и тока на величину, равную αx. В каждой точке однородной линии распространяющаяся по ней электромагнитная волна встречает одно и то же сопротивление, называемое волновым, которое численно равно отношению напряжения к току волны.

Если электромагнитная волна, двигающаяся в направлении от начала линии к её концу и называемая падающей волной, достигает конца, нагруженного на сопротивление, равное волновому, то линия полностью поглощается нагрузкой. Если же сопротивление нагрузки не равно волновому сопротивлению, то происходит отражение электромагнитной волны от нагрузки и в этом случае в линии возникает отражённая волна, которая распространяется по направлению к началу линии, где вновь может отразиться.

При наличии несогласованных с волновым сопротивлением линии нагрузок напряжение и ток в каждой точке линии представляют результат сложения всех падающих и всех отражённых волн напряжения и соответственно тока. В этом случае отношение результирующих значений напряжения и тока, действующих в начале линии, представит величину входного сопротивления линии. Входное сопротивление отличается от волнового сопротивления и может иметь различные значения, зависящие от сопротивления нагрузки линии, от её длины и от частоты тока.

При наличии несогласованных нагрузок потери мощности определяются не только собственным затуханием βl линии, но и потерями мощности вследствие отражения от нагрузок. Полные потери мощности определяются в таком случае величиной рабочего затухания.

Входное сопротивление и рабочее затухание представляют рабочие параметры линии.

Определения волновых и рабочих параметров линии даны в табл. 1.

Практически всегда следует стремиться нагружать линию на сопротивления, равные её волновому сопротивлению. В этом случае потери мощности будут определяться только величиной βl, а входное сопротивление линии будет равно волновому сопротивлению. В случае, когда нагрузка линии отличается от её волнового сопротивления, для приведения величины сопротивления нагрузки к величине волнового сопротивления применяют согласовывающие устройства в виде трансформаторов и автотрансформаторов.

Основные уравнения для однородной и неоднородной линий и их частные случаи указаны в табл. 2 и 3.

Точные и приближённые формулы для волновых параметров линии даны в табл. 4—6.

В табл. 7 приведены формулы гиперболических функций от комплексной переменной и в табл. 8 — формулы для расчёта рабочих параметров однородной линии.

Таблица 1

Определения волновых и рабочих параметров линии

Наименование величин	Физический смысл определяемой величины	Определение	Единица измерения
		Волновые параметры	
Постоянная распространения γ	Комплексная величина, характеризующая явление затухания и определяющая сдвиг фаз при распространении вдоль линии электромагнитной волны	$\gamma = \frac{1}{2l} \ln \frac{U_1 I_1}{U_2 I_2}$, где U_1, I_1 и U_2, I_2 — значения напряжений и токов на входе и выходе линии, нагруженной на сопротивления, равные её волновому сопротивлению; l — длина линии в *км*	—
Постоянная затухания β	Величина, характеризующая явление затухания напряжения и тока при распространении электромагнитной волны вдоль линии длиной 1 *км*	Действительная составляющая коэфициента распространения γ	*неп/км*
Фазовая постоянная α	Величина, определяющая сдвиг фаз между векторами напряжения или тока при распространении электромагнитной волны вдоль линии длиной 1 *км*	Мнимая составляющая коэфициента распространения γ	*рад/км*
Собственное затухание линии βl	Величина, характеризующая явление затухания напряжения и тока при распространении электромагнитной волны вдоль линии длиной l *км*	$\beta l = \frac{1}{2} \ln \left\lvert \frac{U_1 I_1}{U_2 I_2} \right\rvert$, где U_1, I_1 и U_2, I_2 имеют значения, указанные ранее, и определяются при нагрузке линии на сопротивления, равные её волновому сопротивлению	*неп*
Волновое сопротивление Z	Сопротивление, которое встречает падающая или отражённая электромагнитная волна при своём распространении в каждой точке однородной линии	Отношение между напряжением и током падающей или отражённой электромагнитной волны или значение входного сопротивления бесконечно длинной линии	Абсолютное значение измеряется в омах, а угол — в градусах
		Рабочие параметры	
Рабочее затухание b_p	Величина, учитывающая потери мощности при передаче по линии, нагруженной на несогласованные сопротивления	$b_p = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2}$, где P_1 — кажущаяся мощность, отдаваемая генератором, включённым в начале линии, согласованному с ним сопротивлению нагрузки, и P_2 — кажущаяся мощность, фактически полученная приёмником через линию от того же генератора	*неп*
Входное сопротивление $Z_{вх}$	Сопротивление, измеренное в начале линии при нагрузке удалённого конца её на любое сопротивление	Отношение между результирующими значениями напряжения и тока в начале линии при нагрузке её на удалённом конце на любое сопротивление	Абсолютное значение измеряется в омах, а угол в градусах

Таблица 2

Основные уравнения линии

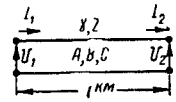
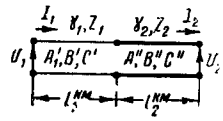
Тип линии	Схема линии и обозначения напряжений и токов	Уравнения линии	Значения коэфициентов уравнений	Значения величин
Однородная		$U_1=AU_2+BI_2$ $I_1=CU_2+AI_2$ $\Delta=A^2-BC-1$	$A=\operatorname{ch}\gamma l$ $B=Z\operatorname{sh}\gamma l$ $C=\frac{1}{Z}\operatorname{sh}\gamma l$	$\gamma=\beta+j\alpha$ — постоянная распространения β — постоянная затухания в *неп/км*; α — фазовая постоянная в *рад/км*; Z — волновое сопротивление (модуль Z измеряется в омах)
Неоднородная		Передача слева направо $U_1=A_1U_2+BI_2$ $I_1=CU_2+A_2I_2$ Передача справа налево $U_2=A_2U_1+BI_1'$ $I_2'=CU_2+A_1I_1'$ $\Delta=A_1A_2-BC=1$	$A_1=A'A''+B'C''=$ $=\operatorname{ch}\gamma_1 l_1\operatorname{ch}\gamma_2 l_2+$ $+\frac{Z_1}{Z_2}\operatorname{sh}\gamma_1 l_1\operatorname{sh}\gamma_2 l_2$ $A_2=A'A''+B''C'=$ $=\operatorname{ch}\gamma_1 l_1\operatorname{ch}\gamma_2 l_2+$ $+\frac{Z_2}{Z_1}\operatorname{sh}\gamma_1 l_1\operatorname{sh}\gamma_2 l_2$ $B=A''B'+A'B''=$ $=Z_1\operatorname{sh}\gamma_1 l_1\operatorname{ch}\gamma_2 l_2+$ $+Z_2\operatorname{sh}\gamma_2 l_2\operatorname{ch}\gamma_1 l_1$ $C=C'A''+A'C''=$ $=\frac{1}{Z_1}\operatorname{sh}\gamma_1 l_1\operatorname{ch}\gamma_2 l_2+$ $+\frac{1}{Z_2}\operatorname{sh}\gamma_2 l_2\operatorname{ch}\gamma_1 l_1$	

Таблица 3

Частные случаи уравненнй однородной линии

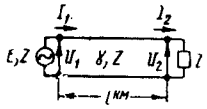
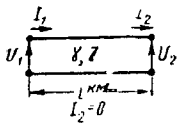
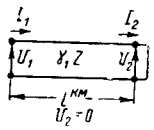
Условия работы линии	Схема линии и обозначения напряжений и токов	Уравнения линии
Линия нагружена на согласованные сопротивления		$U_1=U_2e^{\gamma l}$ $I_1=I_2e^{\gamma l}$
Линия в режиме холостого хода		$U_1=AU_2=U_2\operatorname{ch}\gamma l$ $I_1=CU_2=\frac{U_2}{Z}\operatorname{sh}\gamma l$
Линия в режиме короткого замыкания		$U_1=BI_2=Z\,I_2\operatorname{sh}\gamma l$ $I_1=AI_2=I_2\operatorname{ch}\gamma l$

Таблица 4

Формулы для определения длины волны и скорости распространенння по однородной линии

Наименование величины	Расчётная формула	Значения величин
Длина волны	$\lambda=\frac{2\pi}{\alpha}$ *км*	α — фазовая постоянная
Скорость распространения	$v=\frac{\omega}{\alpha}$ *км/сек*	$\omega=2\pi f$, где f — частота в *гц*

Таблица 5

Точные формулы для волновых параметров однородной линии

Наименование параметра	Расчётная формула	Значения величин
Волновое сопротивление	$Z=\sqrt{\frac{R+j\omega L}{G+j\omega C}}=$ $=\sqrt[4]{\frac{R^2+\omega^2L^2}{G^2+\omega^2C^2}}\,e^{-j\frac{\varepsilon-\delta}{2}}$	R—активное сопротивление линии в *ом/км*; L—индуктивность линии в *гн/км*; C—ёмкость линии в *ф/км*; G—проводимость изоляции линии в *сим/км*; $\omega=2\pi f$, где f—частота в *гц*; $j=\sqrt{-1}$
Постоянная распространения	$\gamma=\beta+j\alpha=\sqrt{(R+j\omega L)(G+j\omega C)}$	
Постоянная затухания	$\beta=\sqrt[4]{(R^2+\omega^2L^2)(G^2+\omega^2C^2)}\sin\frac{\varepsilon+\delta}{2}$	
Фазовая постоянная	$\alpha=\sqrt[4]{(R^2+\omega^2L^2)(G^2+\omega^2C^2)}\cos\frac{\varepsilon+\delta}{2}$	
	В формулах $\varepsilon=\operatorname{arctg}\frac{R}{\omega L}$ и $\delta=\operatorname{arctg}\frac{G}{\omega C}$	

Таблица 6

Приближённые формулы для волновых параметров однородиой линнн

Условия приближения	Наименование параметра	Расчётная формула	Область применения
$R\lesssim\omega L$ и $G\lesssim\omega C$	Волновое сопротнвление	$Z=\sqrt{\frac{L}{C}}\,e^{-j\frac{\varepsilon-\delta}{2}}$ Значения ε и δ см. в табл. 5	Пригодны для расчёта волновых параметров: а) воздушных цветных линий в полосе тональных и высоких частот; б) воздушных стальных и кабельных линий в полосе высоких частот
	Постоянная затухания	$\beta=\frac{R}{2Z}+\frac{GZ}{2}$	
	Фазовая постоянная	$\alpha=\omega\sqrt{LC}$	
$R\gtrsim\omega L$ и $G\gtrsim\omega C$	Волновое сопротивление	$Z=\sqrt{\frac{R}{\omega C}}\,e^{-j45^\circ}$	Пригодны для расчёта волновых параметров однородных кабельных линий в полосе тональных частот
	Постоянная затухания	$\beta=\sqrt{\frac{\omega CR}{2}}$	
	Фазовая постоянная	$\alpha=\sqrt{\frac{\omega CR}{2}}$	

Таблица 7

Формулы гиперболических функцнй, полезные прн электрнческнх рвсчётах

Определяемая величина	Расчётная формула	Значения величин
Гиперболический синус	$\operatorname{sh}\gamma l=\sqrt{\frac{1}{2}[\operatorname{ch}2\beta l-\cos2\alpha l]}\,e^{j\varphi_1}$, $\operatorname{tg}\varphi_1=\operatorname{cth}\beta l\operatorname{tg}\alpha l$	$\gamma=\beta+j\alpha$ — коэфициент распространения; l—длина линии в *км*
Гиперболический косинус	$\operatorname{ch}\gamma l=\sqrt{\frac{1}{2}[\operatorname{ch}2\beta l+\cos2\alpha l]}\,e^{j\varphi_2}$, $\operatorname{tg}\varphi_2=\operatorname{th}\beta l\operatorname{tg}\alpha l$	
Гиперболический тангенс	$\operatorname{th}\gamma l=\sqrt{\frac{\operatorname{ch}2\beta l-\cos2\alpha l}{\operatorname{ch}2\beta l+\cos2\alpha l}}\,e^{j\varphi}$, $\operatorname{tg}\varphi=\operatorname{tg}(\varphi_1-\varphi_2)=\frac{\sin2\alpha l}{\operatorname{sh}2\beta l}$, или $\operatorname{th}\gamma l=\operatorname{th}(\beta\pm j\alpha)l=\frac{\operatorname{sh}2\beta l\pm j\sin2\alpha l}{\operatorname{ch}2\beta l+\cos2\alpha l}$	

Таблица 8

Формулы для определения рабочих параметров однородной линии

Наименование параметра	Расчётная формула	Значения величин
Входное сопротивление	$Z_{вх} = Z_\infty \frac{R_н + Z_0}{R_н + Z_\infty} = Z \frac{R_н \operatorname{ch}\gamma l + Z \operatorname{sh}\gamma l}{Z \operatorname{ch}\gamma l + R_н \operatorname{sh}\gamma l} = Z \operatorname{th}(\gamma l + \varepsilon)$	$R_н$ — сопротивление нагрузки линии; $Z_0 = Z\operatorname{th}\gamma l$ — входное сопротивление линии в режиме короткого замыкания; $Z_\infty = Z\operatorname{cth}\gamma l$ — входное сопротивление линии в режиме холостого хода; γ — постоянная распространения; $\varepsilon = \operatorname{arth}\frac{R_н}{Z} = \frac{1}{2}\ln\frac{Z+R_н}{Z-R_н}$; Z — волновое сопротивление; l — длина линии в *км*;
Рабочее затухание	$b_p = \beta l + \ln\left\lvert\frac{R_{н1}+Z}{2\sqrt{R_{н1}Z}}\right\rvert + \ln\left\lvert\frac{R_{н2}+Z}{2\sqrt{R_{н2}Z}}\right\rvert + \ln\left\lvert 1 - \frac{R_{н1}-Z}{R_{н1}+Z}\cdot\frac{R_{н2}-Z}{R_{н2}+Z} e^{-2\gamma l}\right\rvert$	β — постоянная затухания; γ — постоянная распространения; Z — волновое сопротивление; $R_{н1}$ — сопротивление нагрузки на передающем конце линии; $R_{н2}$ — сопротивление нагрузки на приёмном конце линии; l — длина линии в *км*

ПАРАМЕТРЫ ОДНОРОДНЫХ ЛИНИЙ

Значения первичных и вторичных параметров воздушных и кабельных линий связи приведены в табл. 9—20.

Зависимость вторичных параметров β и α линии от частоты обусловливает частотные или амплитудные и соответственно фазовые искажения, вносимые линией в передачу сигналов. Частотные искажения на длинных линиях с усилителями устраняются путём придания кривым усиления усилителей формы, подобной форме кривой затухания линии, и путём применения амплитудных выравнивателей. Фазовые искажения устраняются путём включения в линию фазовых выравнивателей.

Основные технические требования, предъявляемые к воздушным линиям связи, указаны в табл. 21.

Таблица 9

Активное сопротивление и сопротивление изоляции постоянному току двухпроводных линий в кабелях с воздушно-бумажной изоляцией при $t = 20°C$

Наименование параметров	Диаметр жил кабеля в *мм*							Примечание
	0,5	0,7	0,8	0,9	1,2	1,4	1,8	
Активное сопротивление в *ом/км* . . .	184,0	92,5	69,8	54,6	30,8	22,6	13,7	Кабели с жилами диаметром 0,5 и 0,7 *мм* с парной скруткой
Сопротивление изоляции в *мгом·км*	Не ниже 100		Не ниже 5 000					Кабели с жилами диаметром 0,8 и более миллиметров с четвёрочной скруткой

Таблица 10

Сопротивление изоляции воздушных линий в мегомах на 1 км

Число опор на 1 км линии	Сопротивление изоляции				Число опор на 1 км линии	Сопротивление изоляции			
	провода по отношению к земле		между проводами			провода по отношению к земле		между проводами	
	при сухой погоде	при дожде и тумане	при сухой погоде	при дожде и тумане		при сухой погоде	при дожде и тумане	при сухой погоде	при дожде и тумане
16	30—150	1,5—2,0	60—300	3,0—4,0	25	20—100	1,0—1,2	40—200	2,0—2,4
20	25—125	1,2—1,5	50—250	2,4—3,0	30	17—80	0,8—1,0	35—160	1,6—2,0

Таблица 11

Сопротивление проводов постоянному току в ом на 1 км

Температура в °С	Провода стальные — диаметр в мм						Провода медные—диаметр в мм				Провода биметаллические $d=4$ мм с толщиной медной оболочки $\Delta=0{,}4$ мм	
	3		4		5		3		4			
	Состояние проводов											
	хорошее	удовлетворительное	хорошее	удовлетворительное	хорошее	удовлетворительное	хорошее	удовлетворительное	хорошее	удовлетворительное	хорошее	удовлетворительное
+30	20,4	22,4	11,5	12,6	7,35	8,10	2,62	2,75	1,48	1,55	3,35	3,58
+20	19,5	21,5	11,0	12,1	7,04	7,74	2,52	2,65	1,42	1,49	3,32	3,45
+10	18,7	20,5	10,5	11,6	6,72	7,40	2,42	2,54	1,37	1,43	3,09	3,31
0	17,8	19,5	10,0	11,0	6,39	7,03	2,32	2,44	1,31	1,37	2,96	3,17
−10	16,9	18,6	9,5	10,5	6,08	6,70	2,22	2,33	1,25	1,31	2,82	3,02
−20	16,0	17,6	9,0	9,9	5,76	6,34	2,12	2,23	1,20	1,26	2,69	2,88
−30	15,1	16,6	8,5	9,4	5,44	6,00	2,03	2,13	1,14	1,20	2,56	2,74

Таблица 12

Параметры медных воздушных линий с проводами диаметром 4 мм

Частота в кгц	Постоянная затухания β в мнеп/км						Фазовая постоянная α в мрад/км	Волновое сопротивление $Ze^{j\varphi_z}$			
	$a=20$ см			$a=60$ см				$a=20$ см		$a=60$ см	
	лето, сыро $t=20$°С	изморозь $\Theta=5$ мм, $t=-10$°С	гололёд $\Theta=5$ мм, $t=-2$°С	лето, сыро $t=20$°С	изморозь $\Theta=5$ мм, $t=-10$°С	гололёд $\Theta=5$ мм, $t=-2$°С		Z в ом	φ_z°	Z в ом	φ_z°
5	3,86	3,36	4,47	3,33	2,72	3,64	110	550	−1°31′	677	0
10	5,37	4,85	6,93	4,41	3,92	5,67	221	548	−0°58′	674	0
20	7,68	7,78	13,50	6,71	6,31	10,51	441	545	−0°36′	672	0
30	9,59	10,90	21,00	8,66	8,86	16,75	661	544	−0°27′	670	0
40	11,30	14,40	30,35	10,40	11,70	23,80	881	543	−0°23′	669	0
50	12,80	18,20	41,18	11,90	14,70	32,20	1 000	543	0	668	0
60	14,40	22,00	52,22	13,50	17,70	40,95	1 321	543	0	668	0
80	17,30	29,20	75,70	16,30	23,70	58,85	1 760	543	0	667	0
100	20,00	36,00	99,20	19,00	28,70	77,40	2 210	543	0	667	0
120	22,50	42,40	120,10	21,70	33,60	93,40	2 590	542	0	667	0
140	24,90	46,90	137,00	24,30	37,80	107,70	3 020	542	0	667	0
150	26,20	48,90	145,00	25,60	39,60	115,20	3 240	542	0	667	0

Примечание. a—расстояние между осями проводов; Θ—толщина слоя отложения.

Таблица 13

Параметры медных воздушных линий с проводами диаметром 3 *мм*

Частота в *кгц*	Постоянная затухания β в *мнеп/км*						Фазовая постоянная α в *мрад/км*	Волновое сопротивление $Ze^{j\varphi_z}$			
	a=20 *см*			*a*=60 *см*				*a*=20 *см*		*a*=60 *см*	
	лето, сыро t=20°C	изморозь Θ=5 *мм*, t=−10°C	гололёд Θ=5 *мм*, t=−2°C	лето, сыро t=20°C	изморозь Θ=5 *мм*, t=−10°C	гололёд Θ=5 *мм*, t=−2°C		Z в *ом*	φ_z°	Z в *ом*	φ_z°
5	5,31	4,72	6,05	4,55	3,82	4,94	110	586	0	716	0
10	6,79	6,24	8,83	5,91	5,09	7,20	221	584	0	714	0
20	9,59	9,66	16,15	8,49	7,86	12,95	441	582	0	712	0
30	11,90	13,30	25,70	10,80	10,80	20,35	661	579	0	709	0
40	14,00	17,30	36,50	12,60	14,00	28,70	881	578	0	709	0
50	15,90	21,40	49,60	14,40	17,30	38,70	1 000	578	0	709	0
60	17,80	25,60	62,40	16,20	20,60	48,50	1 321	576	0	708	0
80	21,30	33,50	90,80	19,30	27,10	69,80	1 760	576	0	706	0
100	24,60	40,90	116,80	22,25	32,50	91,20	2 210	576	0	704	0
120	27,30	46,80	141,40	25,52	37,50	109,80	2 590	576	0	704	0
140	30,10	52,20	162,70	28,48	41,80	126,40	3 020	576	0	704	0
150	31,30	54,20	171,90	29,77	43,50	135,00	3 240	575	0	703	0

Примечание. *a*—расстояние между осями проводов; Θ—толщина слоя отложения.

Таблица 14

Вторичные параметры двухпроводных линий связи при частоте 800 *гц*; лето—сыро, t=20°C

Род линии	Материал проводов	Диаметр в *мм*	Расстояние между осями проводов в *см*	Постоянная затухания β в *мнеп/км*	Фазовая постоянная α в *рад/км*	Модуль волнового сопротивления Z в *ом*	Угол при волновом сопротивлении φ_z°	Примечание
Воздушная	Медь твёрдотянутая	4	20	2,77	17,8	563	— 7°35′	
		4	60	2,33	17,6	690	— 6°01′	
		3	20	4,40	18,1	618	—12°20′	
		3	60	3,70	17,9	740	—10°13′	
	Биметалл	4	20	6,11	18,5	610	—17°02′	Толщина медной оболочки Δ=0,4 *мм*
		4	60	5,14	18,3	733	—14°13′	
	Сталь	5	20	14,7	38,6	1 225	—20°07′	
		5	60	13,0	35,2	1 390	—19°10′	
		4	20	16,8	41,7	1 400	—21°09′	
		4	60	14,9	38,0	1 570	—20°18′	
		3	20	19,8	45,0	1 650	—22°25′	
		3	60	17,9	41,7	1 840	—22°23′	
Кабельная	Медь	0,5	—	119,0	121,0	1 090	—44°28′	Кабели с парной скруткой и воздушно-бумажной изоляцией
		0,7	—	80,0	88,2	760	—43°56′	
		0,8	—	73,5	77,4	646	—43°32′	Четвёрочный кабель с кордельно-бумажной изоляцией, неэкранированный
		0,9	—	65,7	70,0	588	—43°10′	
		1,2	—	48,8	54,7	424	—41°46′	
		1,4	—	41,5	48,5	356	—40°34′	
		1,8	—	32,0	39,8	276	—38°50′	
		1,2	—	50,5	56,5	420	—41°36′	Четвёрочный кабель с кордельно-бумажной изоляцией, экранированный медной лентой
		1,4	—	44,2	51,5	356	—40°22′	
		1,8	—	33,5	41,9	276	—31°59′	

Таблица 15

Параметры биметаллических воздушных линий с проводами диаметром 4 *мм* и толщиной медной оболочки $\Delta = 0{,}4$ *мм*

Частота в *кгц*	Постоянная затухания β в *мнеп/км*						Фазовая постоянная α в *мрад/км*	Волновое сопротивление $Ze^{j\varphi_z}$			
	a=20 *см*			*a*=60 *см*				*a*=20 *см*		*a*=60 *см*	
	лето, сыро t=20°С	изморозь Θ=5 *мм*, t=−10°С	гололёд Θ=5 *мм*, t=−2° С	лето, сыро, t=20°С	изморозь Θ=5 *мм*, t=−10°С	гололёд Θ=5 *мм*, t=−2°С		Z в *ом*	$\varphi_z°$	Z в *ом*	$\varphi_z°$
5	7,43	6,48	8,00	6,23	5,68	—	110	551	0	680	0
10	8,12	7,20	9,68	6,96	6,81	—	221	548	0	677	0
20	9,15	9,25	14,80	8,13	8,93	—	441	545	0	673	0
30	11,28	12,06	22,30	10,08	10,70	—	661	544	0	671	0
40	12,72	15,30	31,40	11,50	13,22	—	881	543	0	671	0
50	14,03	18,72	41,80	12,86	15,24	—	1 000	543	0	670	0
60	16,40	22,45	52,70	14,30	17,32	—	1 321	543	0	670	0
80	18,06	29,40	76,00	17,03	21,22	—	1 760	543	0	670	0
100	20,62	35,90	99,30	19,65	25,20	—	2 210	543	0	670	0
120	23,06	41,10	120,00	22,15	29,06	—	2 590	542	0	669	0
140	25,32	45,70	138,80	24,58	32,76	—	3 020	542	0	669	0
150	26,30	47,40	146,20	25,70	34,66	—	3 240	542	0	669	0

Таблица 16

Параметры стальиых линий с проводами диаметром 5 *мм*

Частота в *кгц*	Постоянная затухания β в *мнеп/км*						Фазовая постоянная α в *мрад/км* сыро, *a*=20 *см*	Волновое сопротивление $Ze^{j\varphi_z}$			
	a=20 *см*			*a*=60 *см*				*a*=20 *см*		*a*=60 *см*	
	лето, сыро t=20°С	изморозь Θ=20 *мм*, t=−10°С	гололёд Θ=5 *мм*, t=−2°С	лето, сыро t=20°С	изморозь Θ=20 *мм*, t=−10°С	гололёд Θ=5 *мм*, t=−2°С		Z в *ом*	$\varphi_z°$	Z в *ом*	$\varphi_z°$
								лето, сыро, t=20°С			
3	33,70	35,20	38,00	29,20	29,20	32,00	113,00	930	−16°38′	1 072	−15°26′
5	47,40	49,00	52,52	40,50	40,00	44,00	172,00	845	−15°08′	979	−13°52′
7	58,50	61,00	65,00	50,00	49,50	54,00	230,00	792	−14°26′	936	−13°06′
10	73,00	76,00	81,50	61,50	61,50	67,00	312,00	750	−13°15′	884	−11°55′

Таблица 17

Параметры стальных линий с проводами диаметром 4 *мм*

Частота в *кгц*	Постоянная затухания β в *мнеп/км*						Фазовая постоянная α в *мрад/км*, сыро, *a*=20 *см*	Волновое сопротивление $Ze^{j\varphi_z}$			
	a=20 *см*			*a*=60 *см*				*a*=20 *см*		*a*=60 *см*	
	лето, сыро t=20°С	изморозь Θ=20 *мм*, t=−10°С	гололёд Θ=5 *мм*, t=−2°С	лето, сыро t=20°С	изморозь Θ=20 *мм*, t=−10°С	гололёд Θ=5 *мм*, t=−2°С		Z в *ом*	$\varphi_z°$	Z в *ом*	$\varphi_z°$
								лето, сыро, t=20°С			
3	38,8	39,9	44,0	33,8	33,9	36,7	120,0	1 042	−17°40′	1 187	−16°38′
5	53,0	55,9	60,5	46,0	47,0	50,5	184,0	945	−16°12′	1 082	−15°04′
7	66,3	69,1	75,5	57,5	58,0	63,0	242,0	890	−15°09′	1 026	−14°02′
10	84,5	87,0	94,3	72,5	72,0	77,6	321,0	840	−14°35′	975	−13°17′

Примечание к табл. 15, 16, 17. *a*—расстояние между осями проводов; Θ—толщина слоя отложения.

Таблица 18

Параметры однородной кабельной линии четвёрочного типа с кордельно-бумажной изоляцией при t = 8°С

Параметры кабеля	Частота в *кгц*					Примечание
	0,8	5,0	15,0	40,0	60,0	
β в *мнеп/км*	33	75	102	119	147	Рабочая ёмкость пары жил C=0,0265·10^{-6} *ф/км*
$Z\cos\varphi_z$ в *ом*	430	210	180	175	175	
$Z\sin\varphi_z$ в *ом*	−390	−90	− 45	−20	−15	

Таблица 19

Параметры однородных кабельных линий четвёрочного типа с кордельно-бумажной изоляцией (неэкранированные четвёрки) при $t=20°C$

Частота в *кгц*	Диаметр жил в *мм*							Примечание	
	0,8	0,9	1,2	1,4	1,4				
	β в *мнеп/км*				α в *рад/км*	$\lvert Z\rvert$ в *ом*	φ_z°		
5	164,0	137,4	95,7	74,4	0,182	169	−23°15′		
10	189,0	166,6	109,0	88,0	0,328	149	−15°22′	Диаметр жил в *мм*	Рабочая ёмкость пары в *ф/км*
20	220,1	191,2	125,0	106,5	0,650	134	− 9°05′		
30	247,0	218,0	144,0	123,0	0,871	130	- 6°45′		
40	271 0	239,0	163,0	144,0	1,178	130	— 5°58′	0,8	$0{,}0330\cdot10^{-6}$
50	290,0	258,0	180,0	164,0	1,435	130	— 5°30′	0,9	$0{,}0335\cdot10^{-6}$
60	305,0	277,0	192,0	182,0	1,745	130	— 5°15′	1,2	$0{,}0345\cdot10^{-6}$
80	348,0	312,0	242,0	220,0	2,330	130	— 4°15′	1,4	$0{,}0355\cdot10^{-6}$
100	391,0	349,0	273,0	256,0	2,910	130	— 3°36′		
120	428,2	383,0	303,0	281,0	3,470	130	— 3°59′		
150	478,7	431,0	345,0	324,0	4,330	130	— 2°33′		

Таблица 20

Параметры однородных кабельных линий четвёрочного типа с кордельно-бумажной изоляцией (экранированные четвёрки) при $t=20°C$

Частота в *кгц*	Диаметр жил в *мм*						Примечание	
	0,8	1,2	1,4					
	β в *мнеп/км*		β в *мнеп/км*	α в *рад/км*	$\lvert Z\rvert$ в *ом*	φ_z°		
5	173,0	101,0	81,5	0,170	157,1	−25°06′		
10	203,0	117,8	95,0	0,312	135,0	−16°26′	Диаметр жил в *мм*	Рабочая ёмкость пары в *ф/км*
20	236,0	134,0	109,0	0,607	129,0	− 9°20′		
30	265,0	153,0	127,3	0,906	128,0	− 6°59′		
40	291,0	173,5	142,0	1,208	127,0	− 5°49′	0,8	$0{,}0340\cdot10^{-6}$
50	311,0	193,0	159,0	1,500	126,5	− 5°05′	1,2	$0{,}0355\cdot10^{-6}$
60	332,0	215,0	176,0	1,800	126,5	− 4°33′	1,4	$0{,}0375\cdot10^{-6}$
80	379,0	260,0	216,0	2,400	126,0	− 3°50′		
100	438,0	310,0	253,0	3,005	125,8	− 3°22′		
120	501,0	364,0	292,0	3,600	125,8	− 3°00′		
150	564,0	410,0	360,0	4,490	125,8	2°34′		

Таблица 21

Основные технические требования к воздушным линиям связи

Нормируемая величина	Технические требования
Вставки воздушных проводов и кабелей в цветные линии	Вставки воздушных проводов другого материала и диаметра в воздушные цветные уплотнённые цепи не допускаются. Кабельные вставки в цветные уплотнённые цепи или устраивают при помощи кабелей с повышенной индуктивностью, согласованных по величине волнового сопротивления с воздушной линией, или используют обычные кабели четвёрочного типа, присоединяемые к воздушной цепи (и станционным устройствам) при помощи согласовывающего устройства (автотрансформатора), рассчитанного для передаваемой полосы частот
Степень однородности цветной линии	Коэфициент отражения в полосе частот до 30 *кгц* не должен быть больше 0,4, а от 30 до 150 *кгц* не больше 0,1
Асимметрия сопротивления постоянному току цветных и стальных линий	Не должна превышать 2,0 *ом* на усилительный участок для цветных линий и 5,0 *ом* для стальных линий Сопротивления плавких предохранителей защитных устройств, включённых в оба провода цепи, не должны отличаться друг от друга более чем на 0,1 *ом*
Сопротивление изоляции каждого провода цветной или стальной линии по отношению к земле	Должно удовлетворять требованиям, указанным в табл. 10

Продолжение табл. 21

Нормируемая величина	Технические требования
Сопротивление изоляции между проводами цветной или стальной линии	Сопротивление изоляции между проводами линии должно примерно равняться сумме сопротивлений изоляции обоих проводов цепи по отношению к земле
Асимметрия сопротивления изоляции проводов цветной или стальной линии по отношению к земле	Не должна превышать 30% (определяется как отношение разности сопротивлений изоляции проводов линии по отношению к земле к меньшей измеренной величине сопротивления изоляции одного из проводов и выражается в процентах)
Асимметрия цветной линии переменному току	Не должна быть меньше 7,5 *нп* при частоте 800 *гц* и меньше 5 *нп* в полосе высоких частот на усилительный участок
Уровень шума на линии (при отсутствии резко выраженных источников помехи)	Должен быть по меньшей мере на 4 *нп* ниже измерительного уровня соответствующего канала связи
Переходное затухание	См. раздел «Линии связи и СЦБ»

ЛИНИИ С ПОВЫШЕННОЙ ИНДУКТИВНОСТЬЮ

Для уменьшения коэфициента затухания линий связи применяют искусственное повышение индуктивности линий.

С развитием техники усиления переменных токов этот способ практически применяют только на кабельных линиях связи. Искусственное увеличение индуктивности кабельных линий достигается следующими способами:

а) последовательным включением катушек индуктивности в лииию (пупинизация);

б) обматыванием жил кабеля двумя-тремя слоями проволоки, изготовленной из магнитного материала;

в) наложением на медную жилу слоя магнитодиэлектрика.

Наибольшее распространение получил способ повышения индуктивности кабелей при помощи катушек индуктивности, который в основном применяется в следующих случаях:

а) для увеличения дальности передачи при телефонировании токами тональной частоты по кабелям;

б) для увеличения длины усилительных участков при уплотнении токами высокой частоты кабелей с жилами с кордельно-стирофлексной изоляцией;

в) для согласования электрических характеристик вводных и промежуточных кабельных вставок с характеристиками воздушных уплотнённых цепей.

Кабели с жилами, обмотанными проволокой из магнитного материала, используют преимущественно для прокладки под водой.

Кабели с магнитодиэлектриком применяют для вставок в воздушные уплотнённые цветные цепи.

Кабели с повышенной при помощи катушек индуктивностью

В кабеле для передачи тональных частот, как правило, повышают индуктивность как основных, так и искусственных цепей.

В высокочастотных кабелях повышают индуктивность только основных цепей.

Электрические характеристики катушек индуктивности некоторых типов приведены в табл. 22.

Параметры кабелей с повышенной при помощи катушек индуктивностью рассчитывают по формулам, приведённым в табл. 23.

Системы повышения индуктивности современных кабелей связи указаны в табл. 24.

Значения параметров некоторых кабелей с повышенной индуктивностью приведены в табл. 25—27.

Таблица 22

Электрические характеристики кабельных катушек индуктивности

Индуктивность катушек L_S в *гн*	Частота в *гц*	Сопротивление катушек R_S в *ом*		Ёмкость катушек C_S в *мкмкф*		Примечания
		основная цепь	искусственная цепь	основная цепь	искусственная цепь	
140/56,	0	8,6	4,3	2 500	1 200	1. В числителе графы «Индуктивность катушек» указана индуктивность катушки основной цепи, а в знаменателе — индуктивность катушки искусственной цепи.
	800	10,1	4,8	2 500	1 200	
	1 800	12,8	5.8	2 500	1 200	
1,75	0	0,7	—	250	—	2. Сопротивление изоляции, измеренное между обмоткой одного комплекта катушек и всеми другими обмотками и ящиком, должно быть не ниже 20 000 *мгом* при $t = 15°$ С.
	30 000	0,9	—	250	—	
	60 000	1,3	—	250	—	
1,00	0	0,6	—	200	—	3. Пробивное напряжение между обмотками одной катушки должно быть не ниже 1 500 *в*, а между обмоткой и ящиком — не ниже 2 500 *в* (эффективные значения)
	30 000	0,7	—	200	—	
	60 000	1,25	—	200	—	

Таблица 23

Формулы для расчёта параметров кабелей с повышенной при помощи катушек индуктивностью

Наименование параметра	Расчётная формула	Значения величин
Индуктивность звена линии с повышенной индуктивностью	$L_{зв}=L_к s+L_S$ *гн*	$R_к$ —сопротивление кабеля в *ом/км*; $L_к$ —индуктивность кабеля в *гн/км*; L_S —индуктивность катушки в *гн*; s—расстояние между катушками в *км*;
Ёмкость звена линии с повышенной индуктивностью	$C_{зв}=C_к s+C_S$ *ф*	$C_к$ —ёмкость кабеля в *ф/км*; C_S —ёмкость катушки;
Проводимость изоляции звена линии с повышенной индуктивностью	$G_{зв}=2\pi f(C_к s\ \mathrm{tg}\delta_к+C_S\ \mathrm{tg}\delta_S)$ *сим*	$\mathrm{tg}\delta_к$—тангенс угла диэлектрических потерь кабеля; $\mathrm{tg}\delta_S$—тангенс угла диэлектрических потерь изоляции катушки: f—частота тока в *гц*
Предельная частота линии с повышениой индуктивностью	$f_{пр}=\frac{1}{\pi\sqrt{L_{зв}C_{зв}}}$ *гц*	
Затухание звена линии с повышенной индуктивностью	$b=\frac{\kappa b_0}{\sqrt{1-\tau_i^2}}$ *неп*	Для основной цепи $R_S=R_{S0}+2R_{Sи}'$ Для искусственной цепи $R_S=R_{Sи}+\frac{R_{S0}'}{2}$;
	$b_0=\frac{R_к s\left(1-\frac{2}{3}\tau_i^2\right)+R_S}{2}\sqrt{\frac{C_{зв}}{L_{зв}}}+\frac{G_{зв}}{2}\sqrt{\frac{L_{зв}}{C_{зв}}}$	R_{S0}—сопротивление переменному току катушки основной цепи; $R_{Sи}$—то же, но искусственной цепи; R_{S0}'—сопротивление постоянному току катушки основной цепи
	$\kappa=\sqrt{\frac{2x}{x+\sqrt{x^2+1}}}$	$R_{Sи}'$—то же, но искусственной цепи
	$x=\frac{\tau_i(1-\tau_i^2)}{b_0}$	
	$\tau_i=\frac{f}{f_{пр}}$	
Постоянная затухания линии с повышенной индуктивностью	$\beta=\frac{b}{s}$ *неп/км*	b— определяется по предыдущей формуле данной таблицы
Постоянная сдвига фаз звена линии с повышенной индуктивностью	$a=\arcsin\frac{2\tau_i}{\kappa}\sqrt{1-\tau_i^2}$ *рад*	
Постоянная сдвига фаз линии с повышенной индуктивностью	$\alpha=\frac{a}{s}$ *рад/км*	
Активная составляющая характеристического сопротивления линии с повышенной индуктивностью при окончании полуучастком	$Z_1\cos\varphi=\sqrt{\frac{L_{зв}}{C_{зв}}}\ \frac{1}{\kappa\sqrt{1-\tau_i^2}}$ *ом*	
То же, но реактивная составляющая	$Z_1\sin\varphi=-\frac{b}{2}\sqrt{\frac{L_{зв}}{C_{зв}}}\ \frac{1}{\tau_i(1-\tau_i^2)}$ *ом*	
Активная составляющая характеристического сопротивления линии с повышенной индуктивностью при окончании полукатушкой	$Z_2\cos\varphi=\sqrt{\frac{L_{зв}}{C_{зв}}}\ \frac{\sqrt{1-\tau_i^2}}{\kappa}$ *ом*	
То же, но реактивная составляющая	$Z_2\sin\varphi=-\frac{b}{2}\sqrt{\frac{L_{зв}}{C_{зв}}}\ \frac{1}{\tau_i}$ *ом*	

Таблица 24

Системы повышения индуктивности современных кабелей связи

Степень повышения индуктивности	Система[1] повышения индуктивности	Наименование цепи	Расстояние между катушками в км	Индуктивность катушек в мгн	Предельная частота в гц	Полоса передаваемых частот в гц	Область применения
Средняя	1,7—140/56	Основная	1,7	140	3 500	300— 2 400	Короткие дальние и избирательные связи в кабелях с двойной парной скруткой
		Искусственная .	1,7	56	4 300	300— 2 400	
Средняя	1,7—140/83	Основная	1,7	140	3 500	300— 2 400	То же, но в кабелях со звёздной скруткой
		Искусственная .	1,7	83	2 800	300— 2 000	
Средняя	1,7—100/70	Основная	1,7	100	4 800	300— 3 400	То же
		Искусственная .	1,7	70	3 500	300 — 2 400	
Весьма лёгкая	0,425—1,0	Основная	0,425	1	81 000	0—60 000	Дальние связи на высокой частоте в кабелях с кордельно-бумажной изоляцией
Весьма лёгкая	0,284—1,75	Основная	0,284	1,75	87 000	0—60 000	То же, но в кабелях с кордельно-стирофлексной изоляцией

[1] Первое число обозначает расстояние между катушками, второе — индуктивность основной цепи, третье (если имеется) — индуктивность искусственной цепи.

Таблица 25

Параметры кабеля с повышенной при помощи катушек индуктивностью
(d_0 = 1,2 *мм*; скрутка жил звёздная; L_S = 100/70 *мгн*; s = 1 700 *м*; t = 20°C)

№ по пор.	f в *гц*	$R_{зв}$ в *ом*	R_S в *ом*	$G_{зв}$ в *мксим*	β в *неп/км*	α в *рад/км*	При окончании полуучастком $Z_1\cos\varphi$	При окончании полуучастком $-Z_1\sin\varphi$	При окончании полукатушкой $Z_2\cos\varphi$	При окончании полукатушкой $-Z_2\sin\varphi$
Основная цепь: L_S = 100 *мгн*; $L_{зв}$ = 101,2 *мгн*; $C_{зв}$ = 0,0465 *мкф*										
1	300	52,36	10,5	0,42	0,0118	0,104	1 440	204,0	1 440	202,0
2	800	52,36	11,8	1,13	0,0126	0,216	1 500	84,4	1 430	80,0
3	1 400	52,39	13,8	2,00	0,0138	0,356	1 590	59,5	1 330	49,5
4	2 000	52,46	16,1	2,86	0,0157	0,540	1 800	58,0	1 150	38,2
5	3 000	52,53	22,3	4,27	0,0160	0,826	2 400	74,0	1 030	40,3
Искусственная цепь: L_S = 70 *мгн*; $L_{зв}$ = 70,6 *мгн*; $C_{зв}$ = 0,103 *мкф*										
1	300	26,18	5,12	0,90	0,0121	0,118	820	138,0	816	138,0
2	800	26,18	5,60	2,40	0,0137	0,317	826	55,0	796	54,0
3	1 400	26,21	6,33	4,22	0,0136	0,516	855	36,7	763	32,0
4	2 400	26,27	7,70	7,23	0,0166	1,000	1 070	36,3	542	18,4

Таблица 26

Параметры кабеля с часто включёнными катушками индуктивности и кордельно-бумажной изоляцией

[d_0 = 1,2 *мм* (медь) или 1,55 *мм* (алюминий); скрутка жил звёздная; L_S = 1,0 *мгн*; s = 0,425 *км*; C_K=0,0265 *мкф/км*; t = 8°C]

№ по пор.	f в *кгц*	$R_{зв}$ в *ом*	$G_{зв}$ в *мксим*	R_S в *ом*	β в *неп/км*	При окончании полушагом $Z_1\cos\varphi$ в *ом*	При окончании полушагом $-Z_1\sin\varphi$ в *ом*
1	0	12,37	—	0,58	—	—	—
2	0,8	12,41	0,19	0,58	30	620	500
3	5	12,75	1,49	0,60	45	355	50
4	30	16,83	15,30	0,83	66	375	10
5	60	21,51	36,60	1,22	94	445	10

Таблица 27

Параметры кабеля с часто включёнными катушками индуктивности и кордельно-стирофлексной изоляцией

[d_0 = 1,2 *мм* (медь) или 1,55 *мм* (алюминий); скрутка жил звёздная; L_S = 1,75 *мгн*; s = 0,284 *км*; C_K = 0,0235 *мкф/км*; t = 8°C]

№ по пор.	f в *кгц*	$R_{зв}$ в *ом*	$G_{зв}$ в *мксим*	R_S в *ом*	β в *неп/км*	При окончании полушагом $Z_1\cos\varphi$ в *ом*	При окончании полушагом $-Z_1\sin\varphi$ в *ом*
1	0	8,26	0	0,66	—	—	—
2	0,8	8,26	0,034	0,67	24	640	350
3	5	8,59	0,210	0,69	30	545	45
4	30	10,57	1,258	0,91	38	580	10
5	60	13,96	2,515	1,30	52	710	5

Повышение индуктивности кабелей, используемых для вставок в воздушные уплотнённые цветные цепи

Для устройства вставок в воздушные цепи может быть использован кабель с медными жилами диаметром 1,2 *мм*, с кордельно-стирофлексной изоляцией и со звёздной скруткой жил. При повышении индуктивности длинных кабельных вставок используют компенсированную систему повышения индуктивности, характеризующуюся применением на концах вставки окончании типа последовательно-производных и параллельно-производных полузвеньев фильтров типа m (см. ниже электрические фильтры). Предельная частота кабеля в этом случае принимается $f_{пр} = 1{,}43\, f_{max}$, где f_{max} — максимально передаваемая частота. Индуктивность катушек для кабеля со стирофлексно-кордельной изоляцией составляет L_s=0,73 *мгн*, расстояние между катушками $s = 120$ *м*.

Для повышения индуктивности коротких кабельных вставок (длиной до 100 *м*) используют упрощённую систему, для которой

$$f_{пр} = (3{,}3 \div 4{,}0)\, f_{max}.$$

Параметры кабеля с магнитодиэлектриком

Параметры кабеля с магнитодиэлектриком, пригодного для каблирования участков цветных уплотнённых цепей, даны в табл. 28.

Более подробно вопросы повышения индуктивности кабелей и применения их для вставок в воздушные линии освещены в специальной литературе [1, 38, 41, 45].

Четырёхполюсные контуры (четырёхполюсники)

Четырёхполюсными контурами называются контуры, составленные в общем случае из полных сопротивлений, имеющие пару входных и пару выходных зажимов и предназначенные для передачи энергии.

Если четырёхполюсный контур не содержит внутри себя источников энергии, то его называют пассивным. Если же внутри четырёхполюсника имеются источники энергии, то его называют активным.

Пассивные четырёхполюсники с сосредоточенными постоянными получили широкое применение в технике связи. К ним относятся: трансформаторы, фильтры, выравниватели, искусственные линии и т. п. Примером активного четырёхполюсника может служить электронная лампа, работающая в режиме усилителя.

Определения основных параметров четырёхполюсника даны в табл. 29.

В табл. 30 приведены основные уравнения пассивных четырёхполюсников, а в табл. 31 — формулы для расчёта рабочих параметров несимметричного четырёхполюсника.

В табл. 32 указаны формулы для расчёта элементов четырёхполюсников основных типов.

В табл. 33 и 34 даны формулы для расчёта рабочего затухания при последовательном соединении четырёхполюсников.

Таблица 28

Параметры кабеля с магнитодиэлектриком
(медные жилы $d = 1{,}4$ *мм*; $t = 8°C$)

f в *кгц*	β в *мнеп/км*	α в *рад/км*	Z в *ом*	φ_Z^0	Примечание
0,8	16,1	0,0226	891	−35°30′	Толщина слоя магнитодиэлектрика составляет 1,0 *мм*. Жилы скручены по способу звезды и изолированы друг от друга при помощи шайб из эбонита или керамики, расположенных друг от друга на расстоянии 40 *мм*
1,0	19,0	0,0571	590	−20°30′	
5,0	22,0	0,2650	515	−40°55′	
10,0	23,7	0,5290	510	− 2°33′	
20,0	25,2	1,0500	509	− 1°22′	
30,0	27,5	1,5900	509	− 1°00′	
60,0	36,1	3,1800	508	− 0°39′	

Таблица 29

Определения основных параметров несимметричного четырёхполюсника

Наименование величины	Определение	Единица измерения
Постоянная передачи	$g = \frac{1}{2} \ln \frac{U_1 I_1}{U_2 I_2}$, где U_1, I_1 и U_2, I_2 — значения напряжений и токов на входе и выходе четырёхполюсника при нагрузке его на сопротивления, равные его характеристическим сопротивлениям	—
Собственное затухание, b	Действительная составляющая постоянной передачи	*неп*
Фазовая постоянная, a	Мнимая составляющая постоянной передачи	*рад*
Характеристические сопротивления	Характеристические сопротивления W_1 и W_2 несимметричного четырёхполюсника представляют собой такие сопротивления, которые удовлетворяют следующим условиям: если нагрузить одну из пар полюсов четырёхполюсника на сопротивление W_2, то входное сопротивление четырёхполюсника на другой стороне получится равным W_1, и наоборот.	Модуль измеряется в омах, аргумент — в градусах

Таблица 30

Основные уравнения четырёхполюсного контура

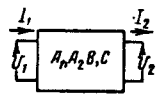
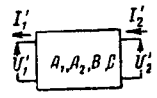
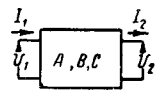
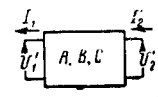
Тип четырёхполюсника	Схема четырёхполюсника и обозначения напряжений и токов	Уравнения четырёхполюсника	Значения коэффициентов уравнения	Значения величин
Несимметричный		$U_1 = A_1U_2 + BI_2$ $I_1 = CU_2 + A_2I_2$ $\Delta = A_1A_2 - BC = 1$	$A_1 = \sqrt{\frac{W_1}{W_2}}\,\mathrm{chg}$ $A_2 = \sqrt{\frac{W_2}{W_1}}\,\mathrm{chg}$ $B = \sqrt{W_1W_2}\,\mathrm{shg}$ $C = \frac{\mathrm{shg}}{\sqrt{W_1W_2}}$	$g = b + ja$ g — постоянная передачи b — постоянная затухания в *неп* a — фазовая постоянная в *рад* W — характеристическое сопротивление
		$U_2' = A_2U_1' + BI_1'$ $I_2' = CU_1' + A_1I_1'$ $\Delta = A_1A_2 - BC = 1$		
Симметричный		$U_1 = AU_2 + BI_2$ $I_1 = CU_2 + AI_2$ $\Delta = A^2 - BC = 1$	$A = \mathrm{chg}$ $B = W\mathrm{shg}$ $C = \frac{\mathrm{shg}}{W}$	
		$U_2' = AU_1' + BI_1'$ $I_2' = CU_1' + AI_1'$ $\Delta = A^2 - BC = 1$		

Таблица 31

Формулы для расчёта рабочих параметров несимметричного четырёхполюсника

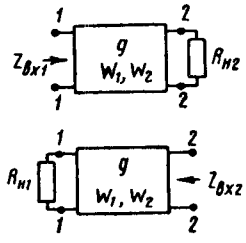
Наименование параметра	Расчётная формула	Значения величин
Входное сопротивление 	$Z_{вх_1} = Z_{\infty_1}\frac{Z_{0_2} + R_{H_2}}{Z_{\infty_2} + R_{H_2}} = W_1\frac{R_{H_2}\mathrm{chg} + W_2\mathrm{shg}}{R_{H_2}\mathrm{shg} + W_2\mathrm{chg}} = W_1\mathrm{th}(g + \varepsilon_2)$; $Z_{вх_2} = Z_{\infty_2}\frac{Z_{0_1} + R_{H_1}}{Z_{\infty_1} + R_{H_1}} = W_2\frac{R_{H_1}\mathrm{chg} + W_1\mathrm{shg}}{R_{H_1}\mathrm{shg} + W_1\mathrm{chg}} = W_2\,\mathrm{th}(g + \varepsilon_1)$	R_H — сопротивление нагрузки; $Z_{0_1} = W_1\mathrm{thg}$ — входное сопротивление четырёхполюсника в режиме короткого замыкания для направления (1,1) — (2,2); $Z_{\infty_1} = W_1\,\mathrm{cthg}$ — то же, но в режиме холостого хода; $Z_{0_2} = W_2\,\mathrm{thg}$ — входное сопротивление четырёхполюсника в режиме короткого замыкания для направления (2,2) — (1,1); $Z_{\infty_2} = W_2\,\mathrm{cthg}$ — то же, но в режиме холостого хода; $g = b + ja$ — постоянная передачи; W_1 и W_2 — характеристические сопротивления; $\varepsilon_1 = \mathrm{arth}\frac{R_{H_1}}{W_1} = \frac{1}{2}\ln\frac{W_1 + R_{H_1}}{W_1 - R_{H_1}}$ $\varepsilon_2 = \mathrm{arth}\frac{R_{H_2}}{W_2} = \frac{1}{2}\ln\frac{W_2 + R_{H_2}}{W_2 - R_{H_2}}$
Рабочее затухание	$b_p = b + \ln\left\lvert\frac{W_1 + R_{H_1}}{2\sqrt{W_1R_{H_1}}}\right\rvert + \ln\left\lvert\frac{W_2 + R_{H_2}}{2\sqrt{W_2R_{H_2}}}\right\rvert + \ln\left\lvert1 - \frac{R_{H_1} - W_1}{R_{H_1} + W_1}\cdot\frac{R_{H_2} - W_2}{R_{H_2} + W_2}e^{-2g}\right\rvert = b + \ln\left\lvert\frac{R_{H_1} + Z_{вх_1}}{2\sqrt{R_{H_1}Z_{вх_1}}}\right\rvert + \ln\left\lvert\frac{W_2 + R_{H_2}}{2\sqrt{W_2R_{H_2}}}\right\rvert - \ln\left\lvert\frac{W_1 + Z_{вх_1}}{2\sqrt{W_1Z_{вх_1}}}\right\rvert$	

Таблица 32

Формулы для расчёта элементов четырёхполюсников основных типов

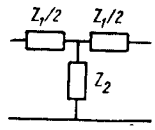
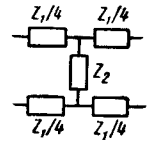
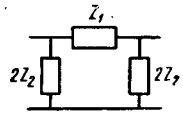
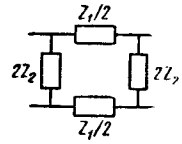
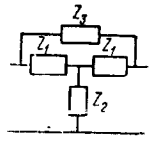
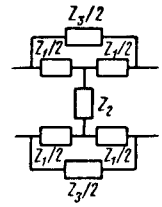
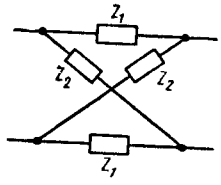
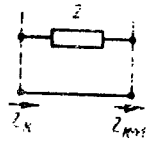
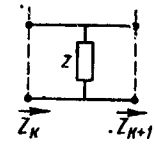
Наименование четырёхполюсника	Схема четырёхполюсника: неуравновешенная	Схема четырёхполюсника: уравновешенная	Расчётные формулы	Обозначения величин
Т-образный			$Z_1 = 2W \operatorname{th}\frac{g}{2}$ $Z_2 = \frac{W}{\operatorname{sh} g}$	$g = b + ja$ — постоянная передачи; W — характеристическое сопротивление
П-образный			$Z_1 = W \operatorname{sh} g$ $Z_2 = \frac{W}{2\operatorname{th}\frac{g}{2}}$	
Мостовой			$Z_1 = W$ $Z_2 = \frac{W}{e^g - 1}$ $Z_3 = W\,(e^g - 1)$	
Скрещённый			$Z_1 = W \operatorname{th}\frac{g}{2}$ $Z_2 = \frac{W}{\operatorname{tg}\frac{g}{2}}$	

Таблица 33

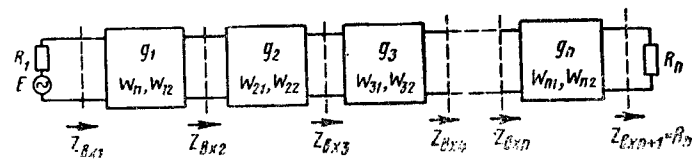
Формулы для расчёта затухания передачи неполных четырёхполюсников

Тип четырёхполюсника	Расчётная схема	Расчётная формула	Обозначения величин
Продольный		$b''_к = -\frac{1}{2}\ln\left\lvert\frac{Z_{вх(к+1)}}{Z_{вхк}}\right\rvert$	b'' — затухание передачи; $Z_{вх}$ — входное сопротивление четырёхполюсника; $к$ — порядковый номер четырёхполюсника
Поперечный		$b''_к = \frac{1}{2}\ln\left\lvert\frac{Z_{вх(к+1)}}{Z_{вхк}}\right\rvert$	

Примечание к табл. 33 и 34. Если рассматриваемый четырёхполюсник является последним (n-ым) в цепи, то для него величина $Z_{вх(n+1)}$ берётся равной сопротивлению нагрузки R_n цепи.

Таблица 34

Формулы для расчёта рабочего затухания при последовательном соединении четырёхполюсников

Расчётная схема	
Расчётные формулы	$b_p = b' + \sum_1^n b''_к$, где $b' = \ln \left\| \frac{R_1 + Z_{вх_1}}{2\sqrt{R_1 Z_{вх_1}}} \right\|$ и $b''_к = b_к + \ln \left\| \frac{W_{к_2} + Z_{вх(к+1)}}{2\sqrt{W_{к_2} Z_{вх(к+1)}}} \right\| - \ln \left\| \frac{W_{к_1} + Z_{вхк}}{2\sqrt{W_{к_1} Z_{вхк}}} \right\|$
Обозначения величин	b_p — рабочее затухание; b' — входное затухание; b'' — затухание передачи; b — собственное затухание четырёхполюсника; g — постоянная передачи четырёхполюсника
Обозначения величин	W — характеристическое сопротивление четырёхполюсника; $Z_{вх}$ — входное сопротивление четырёхполюсника; R — сопротивление нагрузки; $к$ — порядковый номер четырёхполюсника

УДЛИНИТЕЛИ

Удлинители, или искусственные линии с постоянным затуханием, находят разнообразное применение в технике связи (в измерительных приборах, в качестве транзитных удлинителей в оконечных усилителях тональной частоты и в оконечных установках высокой частоты, для понижения усиления в усилительной аппаратуре, для понижения или регулировки уровня и т. п.).

В табл. 35 приведены схемы и значения элементов удлинителей различных типов с характеристическим сопротивлением 600 *ом*.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ

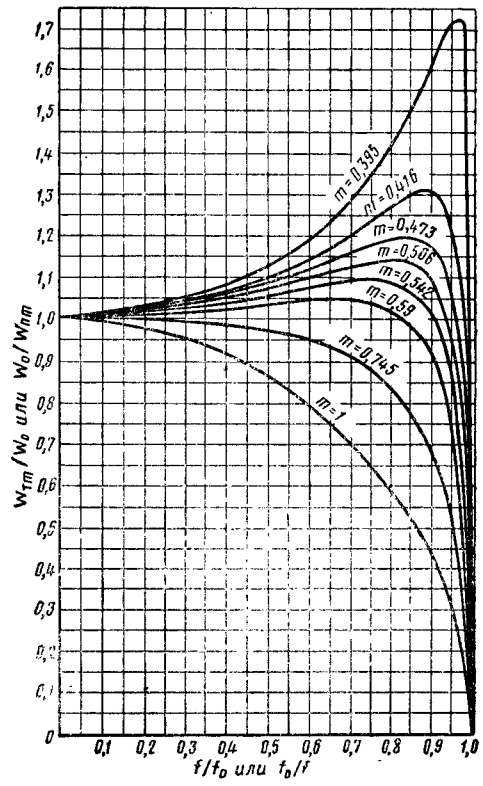
В технике электрической связи применяют фильтры нижних и верхних частот, полосовые и режекторные.

Большее применение в установках связи железнодорожного транспорта получили фильтры Т- и П-образной схемы, а также фильтры с трансформаторной связью.

Фильтры Т- и П-образной схемы

Переход от схемы Г-образного полузвена к схеме Т- или П-образного звена осуществляется в соответствии со схемами табл. 36. Схемы Г-образных полузвеньев наиболее часто применяемых типов фильтров, формулы для расчёта элементов схем и электрические характеристики показаны в табл. 37—40.

На фиг. 1 и 2 приведены значения характеристического сопротивления в полосе передачи и соответственно затухания в полосе задерживаемых частот идеальных звеньев фильтров нижних и верхних частот типов К и m.



Фиг. 1. Характеристическое сопротивление Т- и П-образных звеньев фильтров нижних и верхних частот типов m и К в полосе передачи

Таблица 35

Значения в омах сопротивлений элемеитов удлинителей с характеристическим сопротивлением 600 *ом*

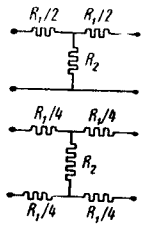
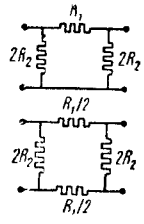
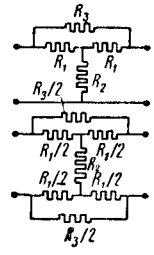
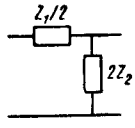
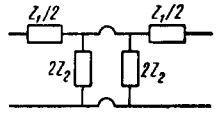
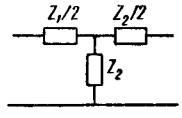
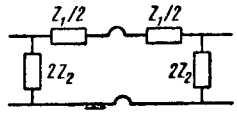
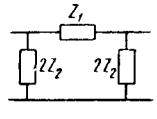
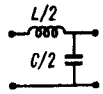
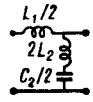
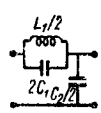
Тип удлинителя	Т-образный		П-образный		Мостовой		
Элементы удлинителя / *b неп*	R_1	R_2	R_1	R_2	R_1	R_2	R_3
0,1	60,0	5 990,0	60,1	6 000,0	600,0	5 715,0	63,0
0,2	119,8	2 980,0	120,7	3 005,0	600,0	2 710,0	132,7
0,3	178,0	1 970,0	182,9	2 012,0	600,0	1 713,0	210,0
0,4	237,0	1 461,0	246,5	1 520,0	600,0	1 220,0	295,5
0,5	296,0	1 152,0	312,4	1 225,0	600,0	924,0	390,0
0,6	350,0	942,0	382,0	1 030,0	600,0	729,0	494,0
0,7	404,0	791,0	455,0	891,0	600,0	591,0	609,0
0,8	456,0	675,0	533,0	789,0	600,0	489,5	736,0
0,9	506,0	585,0	616,0	711,0	600,0	411,0	876,0
1,0	555,0	510,5	705,0	648,0	600,0	349,0	1 030,0
1,1	600,5	449,5	801,5	599,0	600,0	299,0	1 202,0
1,2	645,0	397,5	905,5	558,5	600,0	258,5	1 393,0
1,3	686,0	353,0	1 019,0	525,0	600,0	224,6	1 602,0
1,4	725,0	315,0	1 143,0	497,0	600,0	196,3	1 832,0
1,5	763,0	281,5	1 280,0	472,0	600,0	172,2	2 090,0
1,6	796,0	252,5	1 426,0	452,0	600,0	152,0	2 370,0
1,7	829,0	226,6	1 588,0	434,5	600,0	134,1	2 684,0
1,8	860,0	204,0	1 767,0	418,5	600,0	119,0	3 030,0
1,9	888,0	183,5	1 961,0	406,0	600,0	105,4	3 415,0
2,0	913,0	165,4	2 178,0	394,0	600,0	93,9	3 835,0
2,5	1 018,0	99,2	3 630,0	354,0	600,0	53,6	6 710,0
3,0	1 087,0	59,9	6 010,0	331,0	600,0	31,4	11 460,0
3,5	1 130,0	36,2	9 930,0	314,4	600,0	18,7	19 270,0
4,0	1 157,0	22,0	16 390,0	311,0	600,0	11,2	32 180,0
5,0	1 183,0	8,08	44 500,0	304,0	600,0	4,07	88 500,0
Схемы удлинителей							

Таблица 36

Способ образования Т- и П-образиых звеньев фильтра из Г-образных полузвеньев

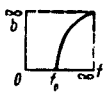
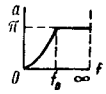
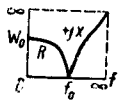
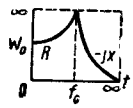
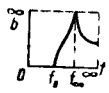
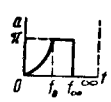
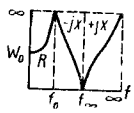
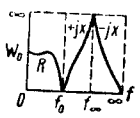
Г-образное полузвено	Промежуточная схема	Окончательная схема	Тип звена
			Т-образное
			П-образное

Фильтры ниж

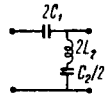
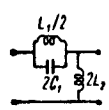
Тип	Схема Г-образного полузвена	Формулы для элементов фильтра	Номинальное характеристическое сопротивление	Предельная частота и частота бесконечного затухания
К		$L=\frac{W_0}{\pi f_0}$ гн $C=\frac{1}{\pi W_0 f_0}$ ф	$W_0=\sqrt{\frac{L}{C}}$ ом	$f_0=\frac{1}{\pi\sqrt{LC}}$ гц $f_\infty=\infty$
m—последовательно производный		$L_1=mL$ гн $L_2=\frac{1-m^2}{4m}L$ гн $C_2=mC$ ф	$W_0=\sqrt{\frac{L}{C}}$ ом	$f_0=\frac{1}{\pi\sqrt{(L_1+4L_2)C_2}}$ гц $f_\infty=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_2C_2}}$ гц
m—параллельно-производный		$L_1=mL$ гн $C_1=\frac{1-m^2}{4m}C$ ф $C_2=mC$ ф	$W_0=\sqrt{\frac{L}{C}}$ ом	$f_0=\frac{1}{\pi\sqrt{L_1(4C_1+C_2)}}$ гц $f_\infty=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_1C_1}}$ гц

ннх частот

Таблица 37

Постоянная передача и её частотная зависимость		Характеристическое сопротивление и его частотная зависимость		Примечание
затухание	фазовый угол	для Т-образной стороны	для П-образной стороны	
Полоса передачи $b=0$	$\sin\frac{a}{2}=\eta$	$W_T=W_0\sqrt{1-\eta^2}$	$W_П=\frac{W_0}{\sqrt{1-\eta^2}}$	$\eta=\frac{f}{f_0}$
Полоса затухания $\operatorname{ch}\frac{b}{2}=\eta$	$a=\pi$			
				
Полоса передачи $b=0$	$\sin\frac{a}{2}=\sqrt{\frac{\frac{\alpha^2-1}{\alpha^2}\eta^2}{1-\frac{1}{\alpha^2}\eta^2}}$			
Полоса затухания $\operatorname{ch}\frac{b}{2}=\sqrt{\frac{\frac{\alpha^2-1}{\alpha^2}\eta^2}{1-\frac{1}{\alpha^2}\eta^2}}$	$a=\pi$	То же, что и для типа К	$W_{Пm}=W_0\frac{\sqrt{1-\left(\frac{\eta}{\alpha}\right)^2}}{\sqrt{1-\eta^2}}$	$m=\sqrt{1-\left(\frac{f_0}{f_\infty}\right)^2}$ $\alpha=\frac{1}{\sqrt{1-m^2}}=\frac{f_\infty}{f_0}$
Полоса частот свыше f_∞ $\operatorname{sh}\frac{b}{2}=\sqrt{\frac{\frac{\alpha^2-1}{\alpha^2}\eta^2}{1-\frac{1}{\alpha^2}\eta^2}}$	$a=0$			
				
То же, что и для последовательно-производного фильтра типа m		$W_{Tm}=W_0\frac{\sqrt{1-\eta^2}}{\sqrt{1-\left(\frac{\eta}{\alpha}\right)^2}}$	То же, что и для типа К	
				

Фильтры верх

Тип	Схема Г-образного полузвена	Формулы для элементов фильтра	Номинальное характеристическое сопротивление	Предельная частота и частота бесконечного затухания
К		$L=\frac{W_0}{4\pi f_0}$ гн $C=\frac{1}{4\pi W_0 f_0}$ ф	$W_0=\sqrt{\frac{L}{C}}$ ом	$f_0=\frac{1}{4\pi\sqrt{LC}}$ гц $f_\infty=0$
m—последовательно-производный		$C_1=\frac{C}{m}$ ф $L_2=\frac{L}{m}$ гн $C_2=\frac{4m}{1-m^2}C$ ф	$W_0=\sqrt{\frac{L}{C}}$ ом	$f_0=\frac{1}{4\pi}\sqrt{\frac{1}{L_2C_1}+\frac{4}{L_2C_2}}$ гц $f_\infty=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_2C_2}}$ гц
m—параллельно-производный		$L_1=\frac{4m}{1-m^2}L$ гн $C_1=\frac{C}{m}$ ф $L_2=\frac{L}{m}$ гн	$W_0=\sqrt{\frac{L}{C}}$ ом	$f_0=\frac{1}{4\pi}\sqrt{\frac{1}{L_2C_1}+\frac{4}{L_1C_1}}$ гц $f_\infty=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_1C_1}}$ гц

них частот

Таблица 38

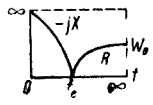
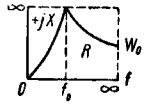
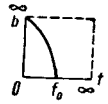
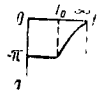
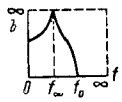
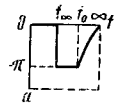
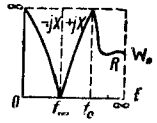
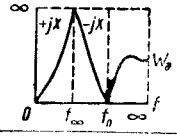
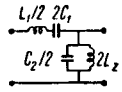
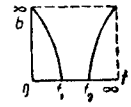
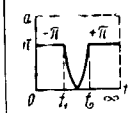
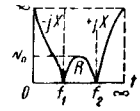
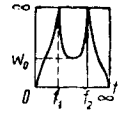
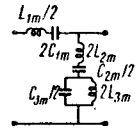
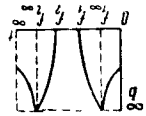
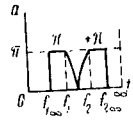
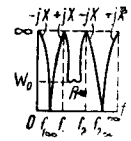
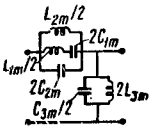
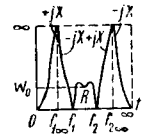
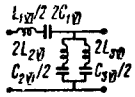
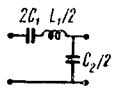
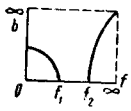
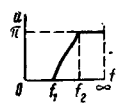
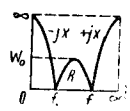
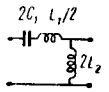
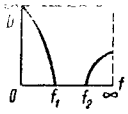
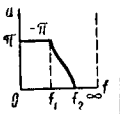
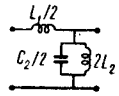
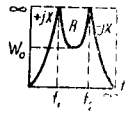
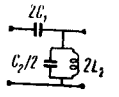
Постоянная передачи и её частотная зависимость		Характеристическое сопротивление и его частотная зависимость		Примечания
затухание	фазовый угол	для Т-образной стороны	для П-образной стороны	
Полоса передачи				
$b=0$	$\sin\frac{a}{2}=\frac{1}{\tau_i}$	$W_T=W_0\sqrt{1-\frac{1}{\tau_i^2}}$	$W_П=\frac{W_0}{\sqrt{1-\frac{1}{\tau_i^2}}}$	$\tau_i=\frac{f}{f_0}$
Полоса затухания				
$\mathrm{ch}\frac{b}{2}=\frac{1}{\tau_i}$	$a=-\pi$			
				
Полоса передачи				
$b=0$	$\sin\frac{a}{2}=\sqrt{\frac{\frac{\alpha^2-1}{\alpha^2}\cdot\frac{1}{\tau_i^2}}{1-\frac{1}{\alpha^2}\cdot\frac{1}{\tau_i^2}}}$	То же, что и для типа К	$W_{Пm}=W_0\frac{\sqrt{1-\left(\frac{1}{\alpha\tau_i}\right)^2}}{\sqrt{1-\frac{1}{\tau_i^2}}}$	$m=\sqrt{1-\left(\frac{f_\infty}{f_0}\right)^2}$ $\alpha=\frac{1}{\sqrt{1-m^2}}=\frac{f_0}{f_\infty}$
Полоса затухания				
$\mathrm{sh}\frac{b}{2}=\sqrt{\frac{\frac{\alpha^2-1}{\alpha^2}\cdot\frac{1}{\tau_i^2}}{1-\frac{1}{\alpha^2}\cdot\frac{1}{\tau_i^2}}}$	$a=-\pi$			
Полоса частот ниже f_∞				
$\mathrm{sh}\frac{b}{2}=\sqrt{\frac{\frac{\alpha^2-1}{\alpha^2}\cdot\frac{1}{\tau_i^2}}{1-\frac{1}{\alpha^2}\cdot\frac{1}{\tau_i^2}}}$	$a=0$			
				
То же, что и для последовательно-производного фильтра типа m		$W_{Tm}=W_0\frac{\sqrt{1-\frac{1}{\tau_i^2}}}{1-\left(\frac{1}{\alpha\tau_i}\right)^2}$	То же, что и для типа К	
				

Таблица 39

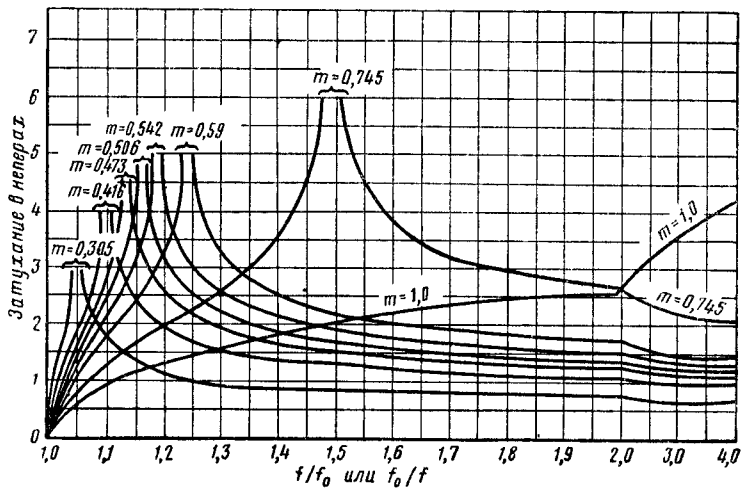
Полосовые фильтры

Тип	Схема Г-образного полузвена	Формулы для элементов фильтра	Электрические характеристики: постоянная передачи — затухание	постоянная передачи — фазовый угол	характеристическое сопротивление — для Т-образной стороны	характеристическое сопротивление — для П-образной стороны
К		$L_1=\frac{W_0}{\pi(f_2-f_1)}$ гн $C_1=\frac{f_2-f_1}{4\pi f_1 f_2 W_0}$ ф $L_2=\frac{(f_2-f_1)W_0}{4\pi f_1 f_2}$ гн $C_2=\frac{1}{\pi(f_2-f_1)W_0}$ ф				
m—последовательно-производный		$L_1m=mL_1$ гн $C_1m=\frac{C_1}{m}$ ф $L_2m=\frac{1-m^2}{4m}L_1$ гн $C_2m=\frac{4m}{1-m^2}C_1$ ф $L_3m=\frac{L_2}{m}$ гн $C_3m=mC_2$ ф			То же, что и для фильтра типа К	
m—параллельно-производный		$L_1m=mL_1$ гн $C_1m=\frac{C_1}{m}$ ф $L_2m=\frac{4m}{1-m^2}L_2$ гн $C_2m=\frac{1-m^2}{4m}C_2$ ф $L_3m=\frac{L_2}{m}$ гн $C_3m=mC_2$ ф	То же, что и для последовательно-производного фильтра типа m			То же, что и для фильтра типа К
Шестиэлементный I		$L_1VI=mL_1$ гн $C_1VI=\frac{C_1}{m}$ ф $L_2VI=L_1\frac{1-m^2}{4m}\left[1+\left(\frac{f_m}{f_{2\infty}}\right)^2\right]$ гн $C_2VI=\frac{C_1}{1+\left(\frac{f_{2\infty}}{f_m}\right)^2}\times\frac{4m}{1-m^2}$ ф $L_3VI=L_1\frac{1-m^2}{4m}\left[1+\left(\frac{f_{2\infty}}{f_m}\right)^2\right]$ гн $C_3VI=\frac{C_1}{1+\left(\frac{f_m}{f_{2\infty}}\right)^2}\times\frac{4m}{1-m^2}$ ф Формулы действительны при условии: $f_{1\infty}\cdot f_{2\infty}=f_1 f_2$	То же, что и для последовательно-производного фильтра типа m		То же, что и для фильтра типа К	То же, что и для последовательно-производного фильтра типа m

Продолжение табл. 39

Тип	Схема Г-образного полузвена	Формулы для элементов фильтра	Электрические характеристики: постоянная передачи — затухание	постоянная передачи — фазовый угол	характеристическое сопротивление — для Т-образной стороны	характеристическое сопротивление — для П-образной стороны
Трёхэлементный I		$L_1=\frac{W_0}{\pi(f_2-f_1)}$ гн $C_1=\frac{f_2-f_1}{4\pi f_1^2 W_0}$ ф $C_2=\frac{1}{\pi(f_1+f_2)W_0}$ ф				Не представляет интереса
Трёхэлементный II		$L_1=\frac{f_1 W_0}{\pi f_2(f_2-f_1)}$ гн $C_1=\frac{f_2-f_1}{4\pi f_1 f_2 W_0}$ ф $L_2=\frac{(f_1+f_2)W_0}{4\pi f_1 f_2}$ гн			То же, что и для трёхэлементного I	Не представляет интереса
Трёхэлементный III		$L_1=\frac{W_0}{\pi(f_1+f_2)}$ гн $L_2=\frac{(f_2-f_1)W_0}{4\pi f_1^2}$ гн $C_2=\frac{1}{\pi(f_2-f_1)W_0}$ ф	То же, что и для трёхэлементного I		Не представляет интереса	
Трёхэлементный IV		$C_1=\frac{f_1+f_2}{4\pi f_1 f_2 W_0}$ ф $L_2=\frac{(f_2-f_1)W_0}{4\pi f_1 f_2}$ гн $C_2=\frac{f_1}{\pi f_2(f_2-f_1)W_0}$ ф	То же, что и для трёхэлементного II		Не представляет интереса	То же, что и для трёхэлементного III

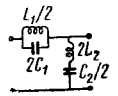
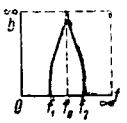
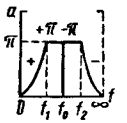
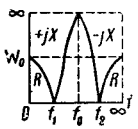
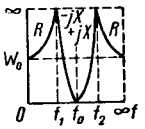
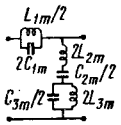
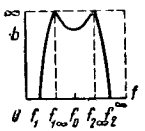
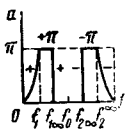
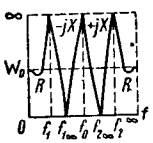
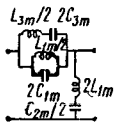
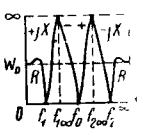
Примечание. $f_m=\sqrt{f_1 f_2}=\sqrt{f_{1\infty}\, f_{2\infty}}$; $m=\sqrt{1-\frac{\left(\frac{f_2}{f_m}-\frac{f_m}{f_2}\right)^2}{\left(\frac{f_{2\infty}}{f_m}-\frac{f_m}{f_{2\infty}}\right)^2}}$.



Фиг. 2. Затухание Т- и П-образных звеньев фильтров нижних и верхних частот типа m и К в полосе задерживаемых частот

Таблица 40

Режекторные фильтры

Тип	Схема Г-образного полузвена	Формулы для элементов фильтра	Электрические характеристики: постоянная передачи — затухание	постоянная передачи — фазовый угол	характеристическое сопротивление — для Т-образной стороны	характеристическое сопротивление — для П-образной стороны
К		$L_1=\frac{(f_2-f_1)W_0}{\pi f_1 f_2}$ гн $C_1=\frac{1}{4\pi(f_2-f_1)W_0}$ ф $L_2=\frac{W_0}{4\pi(f_2-f_1)}$ гн $C_2=\frac{f_2-f_1}{\pi f_1 f_2 W_0}$ ф				
m—последовательно-производный		$L_1m=mL_1$ гн $C_1m=\frac{C_1}{m}$ ф $L_2m=\frac{L_2}{m}$ гн $C_2m=mC_2$ ф $L_3m=\frac{4m}{1-m^2}L_2$ гн $C_3m=\frac{1-m^2}{4m}C_2$ ф			То же, что и для фильтра типа К	
m—параллельно-производный		$L_1m=mL_1$ гн $C=\frac{C_1}{m}$ ф $L_2m=\frac{L_2}{m}$ гн $C_2m=mC_2$ ф $L=\frac{4m}{1-m^2}L_2$ гн $C_3m=\frac{1-m^2}{4m}C_2$ ф	То же, что и для последовательно-производного фильтра типа m			То же, что и для фильтра типа К

Примечание. $f_0=\sqrt{f_1 f_2}$; $m=\sqrt{1-\frac{\left(\frac{f_{2\infty}}{f_0}-\frac{f_0}{f_{2\infty}}\right)^2}{\left(\frac{f_2}{f_0}-\frac{f_0}{f_2}\right)^2}}$

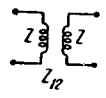
Фильтры с трансформаторной связью

Схемы фильтров данного типа при анализе могут быть приведены к схемам Т- и П-образных фильтров.

Для этого элемент фильтра с трансформаторной связью заменяют эквивалентным Т- или П-образным контуром, согласно указаниям табл. 41.

Таблица 41

Формулы для перехода от трансформатора к эквивалентному Т- или П-образному контуру

Исходная схема	Формулы для перехода к	
	Т-образному контуру	П-образному контуру
	$\frac{1}{2}Z_1 = Z - Z_{12}$ $Z_2 = Z_{12}$	$Z_1 = \frac{Z^2 - Z_{12}^2}{\mp Z_{12}}$ $2Z_2 = \frac{Z^2 - Z_{12}^2}{Z \mp Z_{12}}$

Пример приведения расчётной схемы фильтра с трансформаторной связью показан в табл. 42.

Указания по расчёту фильтров

Фильтры, применяемые в настоящее время в технике связи, большей частью являются комбинированными, состоящими из нескольких звеньев и полузвеньев различного типа (например К, m или других).

Для расчёта фильтра должны быть заданы:

а) значения крайних частот передаваемой полосы частот;

б) величина характеристического сопротивления фильтра и допустимое отклонение его от номинального значения в пределах полосы передаваемых частот; характер изменения реактивной составляющей характеристического сопротивления в полосе задерживаемых частот;

в) наибольшая допустимая величина рабочего затухания фильтра в полосе передаваемых частот;

г) минимальная допустимая величина рабочего затухания фильтра в полосе задерживаемых частот (например на передаваемых частотах смежного по частоте канала связи);

д) условия параллельной работы фильтров.

При выборе схемы и расчёте фильтра рекомендуется придерживаться следующих указаний:

а) Зная заданную величину номинального характеристического сопротивления фильтра в полосе передачи и допустимое отклонение от него, из фиг. 1 определяют соответствующую кривую характеристического сопротивления с заданным отклонением. Например, если для полосового фильтра заданы крайние частоты передаваемой полосы $f_1' = 10\,000$ *гц* и $f_2' = 12\,400$ *гц*, а также допустимое отклонение характеристического сопротивления в $\pm 10\%$, то на фиг. 1 проводят две прямые, параллельные оси абсцисс, пересекающие ось ординат одна в точке *1,1* и другая в точке *0,9*, как границы допускаемых значений характеристического сопротивления фильтра в полосе передачи. В этих границах укладывается кривая характеристического сопротивления при $m = 0{,}542$ ($\alpha = 1{,}19$). Эта кривая пересекает нижнюю проведённую прямую в точке, для которой

$$\frac{f_0}{f} = \frac{f_1}{f_1'} = 0{,}94,$$

откуда $f_1 = 9\,400$ *гц*, и

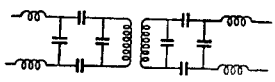
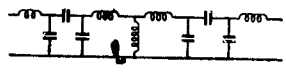
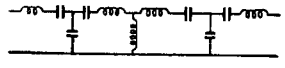
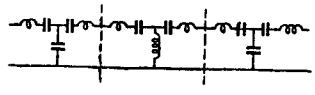
$$\frac{f}{f_0} = \frac{f_2'}{f_2} = 0{,}94,$$

следовательно $f_2 = 13\,190$ *гц*.

Таким образом, определены расчётные предельные частоты фильтра и величина m, при которой отклонения характеристического сопротивления фильтра номинального значения не будут превышать допустимой величины.

Таблица 42

Пример приведения схемы фильтра с трансформаторной связью к расчётной схеме

Исходная схема		Пояснения
I промежуточная схема		Переход к неуравновешенной схеме и замена трансформатора эквивалентным Т-образным контуром
II промежуточная схема		Замена треугольников ёмкостей эквивалентными звёздами ёмкостей
Расчётная схема		Выделение звеньев, из которых образован фильтр

б) Если фильтр подлежит включению на вход или на выход ламповой аппаратуры или преобразователей частоты, то необходимо для шунтирования паразитных частот, лежащих вне полосы передаваемых частот, заканчивать фильтр П-образной стороной фильтра типа К на стороне, прилыкающей к указанной аппаратуре.

в) Исходя из наименьшей величины рабочего затухания в полосе затухания фильтра, находят необходимое количество звеньев и полузвеньев и определяют их тип таким образом, чтобы число элементов в звеньях и полузвеньях фильтра было по возможности наименьшим и чтобы характеристнческие сопротивления соединяемых друг с другом звеньев были одинаковыми.

Пример. Требуется рассчитать фильтр нижних частот, удовлетворяющий требованиям: а) отклонение характеристического сопротивления фильтра не должно превышать ± 10% в пределах передаваемой полосы частот 0 — 2 600 *гц* и б) затухание фильтра при $f = 3\,000$ *гц* не должно быть ниже 6 *неп*. Предельная частота фильтра в данном случае должна быть:

$$f_0 = \frac{2\,600}{0{,}94} = 2\,770 \approx 2\,800 \text{ гц}.$$

Крайние полузвенья фильтра должны быть типа m с m = 0,512. Требование получения затухания в 6 *неп* при $f = 3\,000$ *гц* удовлетворяется, если в качестве средних звеньев на основании фиг. 2 выбрать одно звено типа К и два звена типа m ($m = 0{,}416$; $\alpha = 1{,}10$).

г) Расчёт полосовых фильтров ввиду большого разнообразия схем звеньев различного типа сводят к расчёту фильтра, составленного из трёх- илн четырёхэлементных звеньев, а затем, используя эквивалентность между различными схемами звеньев, выбирают окончательную схему фильтра.

д) Зная максимально допустимую величину затухания фильтра в пределах полосы передаваемых частот, выбирают соответствующую величину коэфициента потерь, что необходимо для конструктивного расчёта фильтра.

е) При параллельной работе полосовых фильтров последние на стороне параллельного соединения должны заканчиваться Т-образными окончаниями фильтра типа К. В необходимых случаях применяют также компенсирующие контуры или специальные окончания параллельно соединяемых фильтров (например нижних и верхних частот).

ж) При расчёте несимметричных фильтров (например нагружаемых на различные по величине сопротивления) для сокращения числа или изменения величин элементов фильтра применяют метод расчёта, основанный на преобразованиях при помощи идеального трансформатора см. [1].

з) Производят конструктивный расчёт фильтра, определяя значения его элементов и их конструктивные данные.

и) Рассчитывают и строят частотные характеристики характеристического сопротивления и затухания фильтра.

После сборки макета фильтра измеряют его частотные характеристики для сличения их с расчётными.

Более подробные указания по расчёту фильтров см. [1,4, 38].

ВЫРАВНИВАТЕЛИ

Общие указания

В технике дальней телефонной связи выравниватели находят применение:

а) на воздушных линиях для устранения амплитудных искажений в телефонных каналах тональной и высокой частоты;

б) на кабельных линиях с повышенной при помощи катушек индуктивностью для устранения амплитудных и фазовых искажений в телефонных каналах тональной частоты;

в) на однородных кабельных линиях (в том числе и на коаксиальных) для устранения амплитудных искажений в телефонных каналах высокой частоты.

Амплитудные выравниватели являются четырёхполюсниками, состоящими из активных и реактивных сопротивлений. Фазовые выравниватели представляют собой четырёхполюсники, состоящие из реактивных сопротивлений.

В обоих случаях двухполюсники, образующие последовательные и параллельные ветви в выравнивателях, являются взаимнообратными.

Схемы, частотные характеристики затухания и расчётные формулы амплитудных выравнивателей приведены в табл. 43; аналогичные данные для фазовых выравнивателей см. в литературе [1, 4].

Указания по расчёту амплитудных выравнивателей

Схему амплитудного выравнивателя выбирают, исходя из известных требований к частотной характеристике его рабочего затухания.

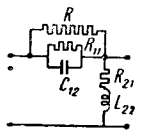
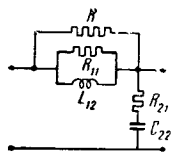
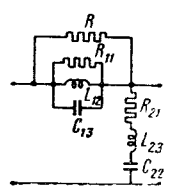
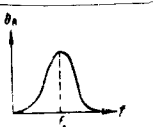
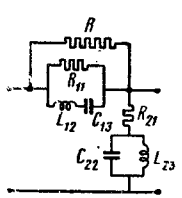
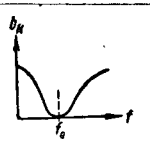
Зная частотную характеристику затухания выравнивателя и пользуясь табл. 43, в которой представлены частотные кривые затухания для различных схем выравнивателей, выбирают подходящую схему выравнивателя. При этом следует иметь в виду, что наиболее совершенными схемами являются такие, которые обладают наибольшим числом элементов в последовательном плече, так как в этом случае при решении расчётного уравнения можно использовать несколько точек заданной кривой затухания и благодаря этому получить лучшее приближение к исходиым условиям. В то же время следует помнить, что увеличение числа элементов в схеме выравнивателя вызывает усложнение схемы выравнивателя и увеличение стоимости его изготовления. После этого рассчитывают коэфициенты уравнения, необходимые для определения элементов схемы выравнивателя, и затем, зная их, находят значения элементов.

Определив элементы, рассчитывают частотную характеристику выравнивателя и сравнивают её с заданной.

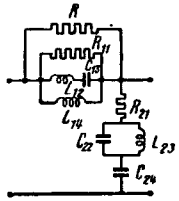
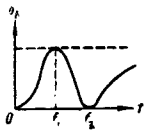
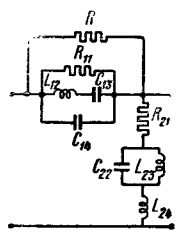
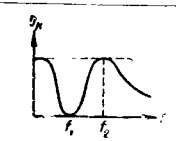
Пример. Требуется рассчитать амплитудный выравниватель с $R = 600$ *ом*, обладающнй затуханиями: $b_{k_0} = 1{,}94$ *неп* при $f = 0$, $b_{k_1} = 0{,}98$ *неп* при $f_1 = 1\,200$ *гц* и $b_{k_2} = 0{,}32$ *неп* при $f_2 = 2\,400$ *гц*. Так как выравниватель должен иметь падающую характеристику затухания, то выбираем тип IV выравнивателя.

Таблица 43

Амплитудные выравниватели (схемы, характеристики затухания и расчётные формулы)

Тип контура	Схема контура	Частотная характеристика затухания	Затухание выравнивателя	Основное расчётное уравнение	Формулы для элементов
I			$e^{2b_к}=\frac{P_0+f^2}{Q_0+f^2}$	$P_0-Q_0\,e^{2b_к}=f^2(e^{2b_к}-1)$ В физически реализуемых решениях: $0<Q_0<P_0$	$R_{11}=a_0$; $R_{21}=\frac{R^2}{R_{11}}$; $C_{12}=\frac{b_1}{2\pi a_0}$; $L_{22}=C_{12}R^2$, причём $a_0=R\left(\sqrt{\frac{P_0}{Q_0}}-1\right)$ и $b_1=\frac{1}{\sqrt{Q_0}}$
II			$e^{2b_к}=\frac{1+P_2f^2}{1+Q_2f^2}$	$P_2-Q_2e^{2b_к}=\frac{e^{2b_к}-1}{f^2}$ В физически реализуемых решениях: $0<Q_2<P_2$	$R_{11}=\frac{a_1}{b_1}$; $L_{12}=\frac{a_1}{2\pi}$; $R_{21}=\frac{R^2}{R_{11}}$; $C_{22}=\frac{L_{12}}{R^2}$, причём $a_1=R\left(\sqrt{P_2}-\sqrt{Q_2}\right)$; $b_1=\sqrt{Q_2}$
III		 $f_0=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_{12}C_{13}}}=$ $=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_{23}C_{22}}}=\frac{1}{\sqrt{b_2}}$	$e^{2b_к}=\frac{1+P_2f^2+P_4f^4}{1+Q_2f^2+Q_4f^4}$	$P_2-Q_2e^{2b_к}-f^2\left(e^{2b_к}-\right.$ $\left.-1\right)P_4=\frac{e^{2b_к}-1}{f^2}$ В физически реализуемых решениях: $0<Q_2<P_2$	$R_{11}=\frac{a_1}{b_1}$; $R_{21}=\frac{R^2}{R_{11}}$; $C_{13}=\frac{b_2}{2\pi a_1}$; $L_{23}=C_{13}R^2$; $L_{12}=\frac{a_1}{2\pi}$; $C_{22}=\frac{L_{12}}{R^2}$, причём $a_1=R\left(\sqrt{P_2+2\sqrt{P_4}}-\sqrt{Q_2+2\sqrt{P_4}}\right)$; $b_1=\sqrt{Q_2+2\sqrt{P_4}}$; $b_2=\sqrt{P_4}$
IV		 $f_0=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_{12}C_{13}}}=$ $=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_{22}C_{23}}}=\frac{1}{\sqrt{b_2}}$	$e^{2b_к}=\frac{1+F_0y^2}{1+y^2}$, где $y=-\frac{1-b_2f^2}{b_1f}$, $F_0=b^{2b_{к_0}}=\left(1+\frac{R_{11}}{R}\right)^2$; $b_{к_0}$ — затухание контура при $f=0$	$b_2-\frac{y}{f}b_1=\frac{1}{f^2}$, где $y=\pm\sqrt{\frac{e^{2b_к}-1}{e^{2b_{к_0}}-e^{2b_к}}}$ Знак «—» берётся для частот от 0 до f_0, а знак «+»—для частот от f_0 до ∞. В физически реализуемых решениях b_1 и b_2 должны быть положительными	$R_{11}=R\left(e^{b_{к_0}}-1\right)$; $R_{21}=\frac{R^2}{R_{11}}$; $L_{12}=\frac{b_2R_{11}}{2\pi b_1}$; $C_{22}=\frac{L_{12}}{R^2}$; $C_{13}=\frac{b_1}{2\pi R_{11}}$; $L_{23}=C_{13}R^2$

Продолжение табл. 43

Тип контура	Схема контура	Частотная характеристика затухания	Затухание выравнивателя	Основное расчётное уравнение	Формулы для элементов
V		 $f_1=\frac{1}{2\pi\sqrt{C_{13}(L_{12}+L_{14})}}=$ $=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_{23}(C_{22}+C_{24})}}=\frac{1}{\sqrt{b_2}}$; $f_2=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_{12}C_{13}}}=$ $=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_{23}C_{22}}}$	$e^{2b_K}=\frac{1+F_1y_2}{1+y_2}$, где $y=\frac{b_1f-b_2f^3}{1-b_2f^2}$; $F_1=e^{2b_{K_1}}=\left(1+\frac{R_{11}}{R}\right)^2$, где b_{K_1} — затухание контура при частотах f_1 и ∞	$b_1+yfb_2-f^2b_2=\frac{y}{f}$, где $y=\pm\sqrt{\frac{e^{2b_K}-1}{e^{2b_{K_1}}-e^{2b_K}}}$ Знак «+» берётся для частот от 0 до f_1 и от f_2 до ∞, а знак «—» — для частот от f_1 до f_2. В физически реализуемых решениях: $b_2<b_1b_2$	$R_{11}=R\left(e^{b_{K_1}}-1\right)$; $R_{21}=\frac{R^2}{R_{11}}$; $L_{12}=\frac{b_1b_2R_{11}}{2\pi(b_1b_2-b_2)}$; $C_{22}=\frac{L_{12}}{R^2}$; $C_{13}=\frac{b_1b_2-b_2}{2\pi b_1^2R_{11}}$; $L_{23}=C_{13}R^2$; $L_{14}=\frac{b_1R_{11}}{2\pi}$; $C_{24}=\frac{L_{14}}{R^2}$
VI		 $f_1=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_{12}C_{13}}}=$ $=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_{23}C_{22}}}=\frac{1}{\sqrt{b_2}}$; $f_2=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_{12}\frac{C_{13}C_{14}}{C_{13}+C_{11}}}}=$ $=\frac{1}{2\pi\sqrt{C_{22}\frac{L_{23}L_{24}}{L_{23}+L_{24}}}}$	$e^{2b_K}=\frac{1+F_0y^2}{1+y^2}$, где $y=-\frac{1-b_2f^2}{b_1f-b_2f^3}$; $F_0=e^{2b_{K_0}}=\left(1+\frac{R_{11}}{R}\right)^2$, где b_{K_0} — затухание контура при $f=0$ и при $f=f_2$	$b_2-\frac{y}{f}b_1+yfb_2=\frac{1}{f^2}$, где $y=\pm\sqrt{\frac{e^{2b_K}-1}{e^{2b_{K_0}}-e^{2b_K}}}$ Знак «—» берётся для частот от 0 до f_1 и от f_2 до ∞, а знак «+» — для частот от f_1 до f_2. В физически реализуемых решениях: $b_2>b_1b_2$	$R_{11}=R\left(e^{b_{K_0}}-1\right)$; $R_{21}=\frac{R^2}{R_{11}}$; $L_{12}=\frac{b_2^2R_{11}}{2\pi(b_1b_2-b_2)}$; $C_{22}=\frac{L_{12}}{R^2}$; $C_{13}=\frac{b_1b_2-b_2}{2\pi b_2R_{11}}$; $L_{23}=C_{13}R^2$; $C_{14}=\frac{b_2}{2\pi b_2R_{11}}$; $L_{24}=C_{14}R^2$

Во всех формулах R — активное сопротивление нагрузки. Сопротивления в омах, индуктивности в генри и ёмкости в фарадах.

При $b_{k_0} = 1{,}94$ величина $F_0 = 48{,}4$. Подставляя в основное расчётное уравнение значения b_{K_1} и b_{K_2} при указанных частотах, получим два уравнения с неизвестными b_1 и b_2. Решение их даёт $b_1 = 1{,}984 \cdot 10^{-3}$ и $b_2 = 0{,}59 \cdot 10^{-6}$.

Зная значения b_1 и b_2, определяют величины элементов контура:

$$R_{11} = R\left(e^{b_{k_0}} - 1\right) = 8\,350 \text{ ом};$$

$$L_{12} = \frac{b_2 R_{11}}{2\pi b_1} = 0{,}0395 \text{ гн};$$

$$C_{13} = \frac{b_1}{2\pi R_{11}} = 0{,}0379 \cdot 10^{-6} \text{ ф};$$

$$R_{21} = \frac{R^2}{R_{11}} = 235 \text{ ом};$$

$$C_{22} = \frac{L_{12}}{R^2} = 0{,}0202 \cdot 10^{-6} \text{ ф}$$

и

$$L_{23} = C_{13} R^2 = 0{,}0742 \text{ гн}.$$

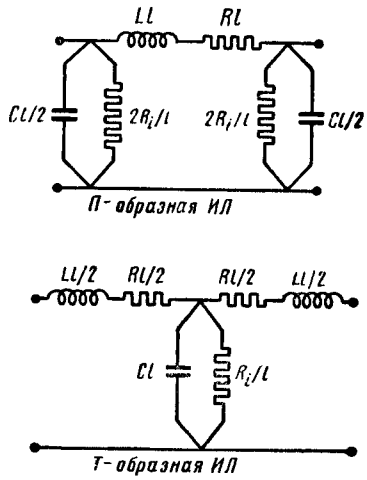
Если, пользуясь уравнением для расчёта затухания, рассчитать и построить кривую затухания выравнивателя, то можно убедиться, что расчётная кривая отличается от заданной не более чем на ± 0,06 *нп*.

Применив контур типа VI, можно увеличить точность совпадения кривых до ±0,024 *нп*.

Более подробные данные по расчёту выравнивателей в литературе [1, 4].

ИСКУССТВЕННЫЕ ЛИНИИ ЗАТУХАНИЯ

Искусственные линии применяют в технике дальней связи для воспроизведения физических линий, а также для создания контуров, обладающих постоянным характеристическим сопротивлением и определённой частотной зависимостью постоянной затухания.



Фиг. 3. Искусственные линии для воспроизведения коротких участков однородных линий в заданной полосе частот $l < \frac{1}{16}\lambda$. R, L, C и R_i — активное сопротивление, индуктивность, ёмкость и сопротивление изоляции на 1 *км* длины линии; λ — длина волны при f_{max}.

Искусственные линии первого типа дают наибольшее приближение к действительности в том случае, когда они рассчитываются для воспроизведения коротких участков физических линий $\left(l < \frac{1}{16}\lambda \text{ при } f_{max}\right)$.

Хорошие результаты могут быть получены при помощи схемы, изображённой на фиг. 3; на этой фигуре, кроме самой схемы, указаны также формулы для расчёта её элементов.

Если необходимо искусственно воспроизвести длинную линию, то следует разделить её на короткие участки так, чтобы для каждого из них $|\gamma l| \leqslant 0{,}3$, каждый из этих участков заменить схемой фиг. 3 и затем соединить все эти схемы последовательно.

Искусственные линии второго типа могут быть собраны по схемам амплитудных выравнивателей, приведённым в табл. 43.

ПЕРЕХОДНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

Переходные трансформаторы, включаемые в телефонный канал тональной частоты по концам каждого усилительного участка, предназначаются для:

а) согласования входных сопротивлений линии и станционных устройств;

б) наложения телеграфной работы на двухпроводную линию по схеме с диференциальными трансформаторами;

в) электрического отделения линии от станционных устройств;

г) для уменьшения влияния помех низкой частоты.

В настоящее время изготовляют два типа переходных трансформаторов с коэфициентами трансформации 1 : 1 и 1 : 1,53. Первый предназначается для включения в цепи из цветного металла, а второй — в стальные цепи.

Данные трансформаторов указаны в табл. 44.

Таблица 44

Переходные трансформаторы завода «Красная заря»

Коэфициент трансформации	Данные обмоток					
	первичная			вторичная		
	проволока ПЭШО, диаметр в *мм*	число витков	сопротивление в *ом*	проволока ПЭШО, диаметр в *мм*	число витков	сопротивление в *ом*
1:1	0,31	2×600	2×20	0,31	2×600	2×20
1:1,53	0,3	2×550	2×18	0,27	2×840	2×42

Переходные трансформаторы, предназначенные для включения между линией и дуплексным усилителем тональной частоты, поставляются совместно с подобранными балансными трансформаторами, включаемыми в балансные цепи дуплексных усилителей.

ТЕЛЕГРАФИЯ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ТЕКСТЕ И НА ЧЕРТЕЖАХ

АС — абонентская стойка
АТТ — аппаратура тонального телеграфирования
Б — батарея
БК — балансный контур
БР — батарейное реле
БлР — блокирующее реле
В — выпрямители
ВВ — выключатель вибратора
ВП — вызывной прибор
ВФ — выключатель фонического колеса
Г — генератор несущего тока
Д — дискриминатор
Диф МА — дифференциальный миллиамперметр
ДП — длинная пружина
ДС — дифференциальная система
ДЭ — движущий электромагнит
З — земля
ЗД — задний диск распределителя
К — коммутатор
Кл — ключ
КП — короткая пружина
КнР — контрольное реле
КР — коррекционное реле
КЭ — коррекционный электромагнит
ЛБ — линейная батарея
ЛВ — лампа вибратора
ЛКЭ — лампа корректирующего электромагнита
ЛР — линейное реле
ЛРЭ — лампа регулирующего электромагнита
ЛФК — лампа фонического колеса
М — модулятор
МА — миллиамперметр
МБ — местная батарея
МГ — магнитный генератор
НЛ — неоновая лампа
N — северный полюс
ОР — обмотка реле
Онд — ондулятор
ОТА — опросный телеграфный аппарат
П — провод
ПБ — печатающая батарея
ПД — передний диск распределителя
Пер — передатчик аппаратуры высокочастотного телефонирования
ПерР — передающее реле
ПкР — переключающее реле
Пр — приёмник канала тонального телеграфирования
ПрК — приёмник аппаратуры высокочастотного телефонирования
ПрР — приёмное реле
ПР — печатающее реле
ПТТ — передатчик тонального телеграфирования
ПФ — полосовой фильтр
Р — релейный комплект
РР — регулирующее реле
РС — распределительная стойка
Рт — ретрансмиттер
РУ — регулятор усиления
СМР — стойка многократного распределения
СП — стойка питания
S — южный полюс
СУУ — сигнализатор уменьшения уровня
ТБ — тактовая батарея
ТгФ — телеграфный фильтр; число, следующее за обозначением, указывает предельную частоту фильтра в *гц*
Тр — трансформатор
ТР — транслирующее реле
ТЭ — тактовый электромагнит
У — удлинитель
Ум — умформер
УО — усилитель-ограничитель
Ус — усилитель
Э — электромагнит
Яз — язычок

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Сеть телеграфной связи железнодорожного транспорта СССР

Первый электрический (электромагнитный) телеграф изобрёл в 1832 г. русский учёный П. Л. Шиллинг. Позднее за границей в 1837 г. электромагнитный телеграф был предложен Морзе.

В период с 1839 по 1850 г. русский академик Б. С. Якоби создал несколько типов синхронных телеграфных аппаратов с циферблатом и изобрёл первый буквопечатающий аппарат с типовым колесом.

В 1874 г. Бодо был предложен многократный симплексный буквопечатающий телеграфный аппарат.

В период 1914 — 1920 гг. были разработаны первые стартстопные телеграфные аппараты.

Советские учёные и специалисты внесли много нового и оригинального в технику телеграфии. Аппараты Бодо были переведены на дуплексную схему и улучшены в схемном и конструктивном отношениях; были усовершенствованы вилочные регенеративные трансляции. В этой области много сделано В. И. Керби, В. В. Новиковым, А. Н. Перегудовым и др. В 1929 г. был изготовлен стартстопный аппарат А. Ф. Шорина, в 1931 г. — стартстопный аппарат Тремля, в 1935 г. — стартстопный аппарат СТ-35 (советский телетайп).

В 1938 г. лауреатами Сталинской премии А. Д. Игнатьевым, Л. П. Гуриным и Г. П. Козловым создан девятикратный аппарат Бодо с электронными реле.

В последнее время в СССР широкое применение получило тональное телеграфирование по телефонным каналам.

На сети железнодорожного транспорта СССР используется несколько видов телеграфной связи, указанных в табл 45 вместе с их характеристикой.

Телеграфные коды

Сочетания посылок электрического тока, с помощью которых передаются буквы алфавита, цифры и знаки препинания, образуют так называемый телеграфный код.

Таблица 45

Виды телеграфной связи, применяемой на железнодорожном транспорте СССР, и их характеристика

Вид телеграфной связи	Назначение	Тип применяемой линии	Тип используемых телеграфных аппаратов	Пункты установки телеграфных аппаратов
Поездная межстанционная	Для передачи поездных телеграмм	Одиночный стальной провод диаметром 4 *мм*	Аппараты Морзе	Смежные станции или разъезды
Постанционная	Для включения малых станций и разъездов в сеть телеграфной связи	То же	То же	Станции и разъезды, входящие в данный круг постанционной связи
Циркулярная	Для сношений станций, включённых в круг постанционной связи, с отделениями дороги и крупными станциями	Одиночный стальной провод диаметром 4—5 *мм* или искусственная цепь, образованная на стальной телефонной линии диаметром 4—5 *мм*	Аппараты Морзе или стартстопные телеграфные аппараты, включаемые через реле	Станции деления кругов постанционной связи и отделения дороги
Прямая дальняя внутридорожная	Для связи управлений железных дорог с отделениями и последних между собой	То же, а также канал тонального телеграфирования	Аппараты Бодо или стартстопные телеграфные аппараты	Управление и отделения железных дорог
Прямая дальняя магистральная	Для связи МПС с управлениями железных дорог и последних между собой	Одиночный стальной провод диаметром 5 *мм* или искусственная цепь, образованная на цветной телефонной цепи, или канал тонального телеграфирования	Аппараты Бодо или стартстопные телеграфные аппараты	МПС и управления железных дорог
Местная	Для связи между телеграфными станциями, расположенными в одном пункте	Одиночные стальные провода диаметром 4 *мм* или телеграфные кабели	Аппараты Морзе или стартстопные телеграфные аппараты	Телеграфные станции железных дорог и других ведомств, расположенные в пределах данного пункта или железнодорожного узла
Абонентская	Для непосредственной связи оперативных работников железнодорожного транспорта	Преимущественно каналы тонального телеграфа	Рулонные стартстопные телеграфные аппараты	Помещения оперативных работников железнодорожного транспорта

Примечания. 1. Кругом телеграфной связи называется телеграфная цепь, в которую последовательно включено несколько телеграфных аппаратов. Число аппаратов, включённых в один круг, определяется в зависимости от типа аппаратов и заданной пропускной способности. Практически в круг постанционной связи включают до 5 аппаратов Морзе, а в круг циркулярной связи — до 4 аппаратов.

2. На участках, где связь осуществляется по кабелям междугородного типа, для организации телеграфной связи используют цепи в этих кабелях.

На железнодорожном транспорте СССР пользуются:

а) кодом Морзе (табл. 53), состоящим из комбинаций точек и тире; точка является наикратчайшей (элементарной) посылкой электрического тока; продолжительность тире равна продолжительности трёх точек; между точками, тире, а также между точкой и тире устанавливается промежуток, равный продолжительности точки; промежуток между знаками равен продолжительности трёх точек, а между словами—пяти точек; средняя длина буквы по коду Морзе равна девяти элементарным посылкам; код Морзе применяется в аппаратах Морзе и Крида;

б) кодом пятизначным (табл. 54), при котором каждый знак передаётся при помощи пяти элементарных посылок тока обоих направлений (+ и —); число возможных комбинаций для этого кода определяется по формуле:

$$N = 2^5 - 1.$$

Пятизначный код применяется в аппаратах Бодо и СТ-35.

Скорость телеграфирования

Скорость телеграфирования $n_б$ определяется количеством элементарных посылок, передаваемых в единицу времени (в секунду), и выражается в бодах.

Продолжительность посылки t_s — величина, обратная скорости телеграфирования, и

выражается в миллисекундах. Так, если скорость телеграфирования $n_б = 50$ бодам, то

$$t_s = \frac{1}{n_б} = \frac{1}{50} = 20 \text{ мсек.}$$

Методы телеграфирования

На железнодорожном транспорте СССР применяют:

а) телеграфирование импульсами постоянного тока одного направления (однополюсная работа) или двух направлений (двухполюсная работа);

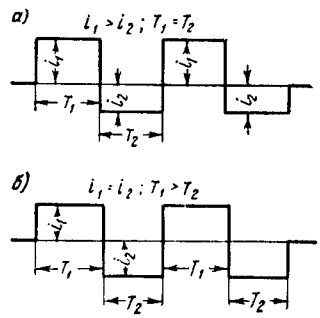
б) телеграфирование перемеиными токами преимущественно в полосе частот от 300 до 2 500 *гц*, или тональное телеграфирование.

Телеграфирование переменными токами осуществляется или по методу амплитудной модуляции или по методу частотной модуляции.

По характеру работы телеграфирование осуществляется или по симплексной схеме (передача и приём осуществляются поочереди) или по дуплексной схеме (одновременный приём и передача).

Искажение в телеграфных цепях

Искажения телеграфных сигналов могут быть: полюсные, или односторонние, балансные, случайные и характеристические.



Фиг. 4. Полюсные преобладания:
а—амплитудные; *б*—зависящие от неравенства продолжительности посылок тока

Полюсные искажения, или преобладания (фиг. 4), в свою очередь бывают:

а) амплитудные, которые зависят от неравенства напряжений линейных батарей или параметров реостатных ламп на передающей станции или трансляции, и

б) зависящие от времени, т. е. от неравенства продолжительности посылок тока.

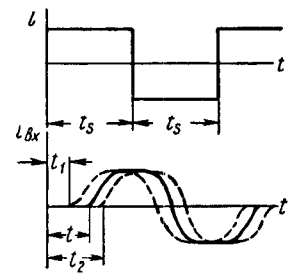
Балансные искажения обусловливаются неправильной регулировкой балансных контуров в дуплексных схемах. К случайным искажениям относят искажения, возникающие от помех со стороны соседних проводов. Характеристические искажения возникают в проводах с большой ёмкостью или индуктивностью; они имеют значение при большой скорости телеграфирования.

К искажениям, с которыми сигналы приходят на приёмную станцию, добавляются искажения, вносимые приёмным реле.

Если язычок реле остаётся на одном контакте в течение времени t_1, а на другом в течение t_2, то степень искажения

$$k = \frac{t_1 - t_2}{t_s} 100\%,$$

где t_s — продолжительность полупериода переменного тока, поступающего в обмотки реле, или продолжительность элементарного сигнала. Величина k для реле должна быть не более 5%.



Фиг. 5. Смещение входящих сигналов

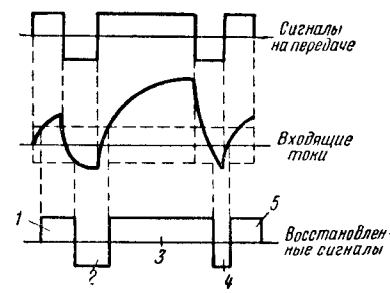
Степенью искажения восстановленных сигналов называется отношение наибольшего расхождения, замеченного между запаздыванием воспроизведения, к продолжительности элементарного сигнала, т. е.

$$\varepsilon = \frac{t_2 - t_1}{t_s} 100\% = \frac{\delta}{t_s} \%,$$

где t_s — продолжительность элементарного сигнала.

Искажение сигналов в одну сторону равно $\frac{t_2 - t}{t_s}$, или $\frac{t - t_1}{t_s}$ (фиг. 5).

Так как скорость телеграфирования $n_б = \frac{1}{t_s}$ бода, то $\varepsilon = \delta n_б$. Таким образом, искажение прямо пропорционально скорости телеграфирования.



Фиг. 6. Характеристические искажения

На фиг. 6 показано, как в результате линейных искажений на приёмной станции сигнал *4* оказался уменьшенным по продолжительности.

Для обеспечения нормальной работы телеграфной связи величина искажений не должна превышать 28% (искажение в одну сторону).

ТЕЛЕГРАФНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТЫ И РЕЛЕ

Общие сведения

Электромагнитные устройства в телеграфных аппаратах служат для преобразования энергии электрического тока в механическую энергию. Те электромагнитные устройства, которые непосредственно выполняют механическую работу, называют электромагнитами. Если же электромагнитное устройство производит лишь коммутации (переключения) электрических цепей, то его называют реле.

По принципу действия и устройству телеграфные электромагниты и реле делятся на неполяризованные и поляризованные. Подмагничивание в поляризованных реле создаётся обычно при помощи постоянного магнита. Механическое усилие, вызывающее притяжение якоря электромагнита, определяют по формуле

$$F = k\Phi^2,$$

где F — сила, притягивающая якорь, в $г$;
k — коэфициент пропорциональности;
Ф — величина магнитного потока в воздушном зазоре в максвеллах.

Технические свойства электромагнитов и реле характеризуются величинами, указанными в табл. 46.

Телеграфиые электромагниты

Неполяризованные электромагниты находят применение в телеграфных аппаратах Морзе, Бодо и стартстопных, а также в вибраторах.

Таблица 46

Технические характеристики телеграфиых электромагнитов и реле

Наименование характеристики	Определение
Чувствительность электромагнита или реле	Минимальное число ампер-витков, необходимое для притяжения якоря или переброски якоря от одного контакта к другому
Коэфициент отдачи реле	Отношение продолжительности замыкания цепи якоря реле к продолжительности посылки тока в обмотке реле
Коэфициент потерь реле	Разность между единицей и коэфициентом отдачи
Время ответа реле	Сдвиг во времени с момента включения тока в обмотку до начала перебрасывания якоря
Время действия реле	Сумма времени ответа и времени переброски якоря
Нейтральная регулировка реле	Такая установка контактов по отношению к язычку реле, при которой для переброски язычка к одному и другому контакту требуются токи одинаковой величины, а контактное давление язычка на контакты также одинаково
Регулировка реле с преобладанием	Такое положение контактов по отношению к язычку, при котором давление язычка на один контакт больше, чем на другой
Междуконтактное расстояние	Расстояние между язычком якоря и контактом

Характеристики наиболее часто применяемых электромагнитов приведены в табл. 47.

Таблица 47

Характеристики телеграфных электромагнитов

Наименование электромагнита	Число витков обмотки	Марка и диаметр проволоки в *мм*	Сопротивление обмотки постоянному току в *ом*	Индуктивность обмотки в *гн*	Необходимая величина установившегося тока в *ма*
Морзе	12 000	ПШД; 0,2	600*	16,0	15–20
Коррекционный распределителя Бодо:					
катушка	3 200	ПШД; 0,25	40	1,0	250
шунг	—	ПШД; 0,15	160	—	—
Тактовый Бодо:					
катушка	2 200	ПШД; 0,18	58	0,5	250—300
шунт	—	ПШД; 0,15	360	—	—
Печатающий Бодо:					
катушка	2 000	ПШД; 0,18	70	0,5	250—500**
шунг	—	ПШД; 0,15	200	—	—
То же, другой тип:					
катушка	1 800	ПШО; 0,18	50	0,4	250—500**
шунт	—	ПШД; 0,15	200	—	—
Тормозной Бодо:					
катушка	2 000	ПШД: 0,2	50	0,4	300—350
шунт	—	ПШД; 0,2	115	—	—
Вибратора:					
движущий	7 050	ПЭ; 0,25	210	—	200—360***
регулирующий	2×7 500	ПЭ; 0,20	2×250	—	40—60***
коррекционный	2×3 600	ПЭ; 0,20	2×110	—	100—120
СТ-35	2×4 300	ПЭ· 0,15	225×2=450	8	40—50
Т-15	—	ПЭ; —	2×105	—	50—60

* В унифицированном аппарате Морзе образца 1944 г. (М-44) сопротивление обмоток уменьшено до 300 *ом*.

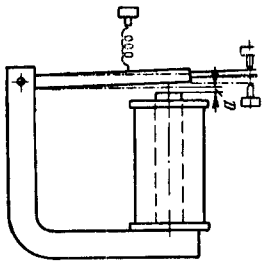
** Величина тока в печатающих электромагнитах зависит от кратности и схемы аппарата. Для четырёхкратного аппарата Бодо-симплекс однодискового необходимо брать 500 *ма*, для остальных 250 – 300 *ма*.

*** Первые значения относятся к аппаратам Бодо, а вторые – к регенеративной трансляции.

Телеграфные реле

В настоящее время на железнодорожном транспорте СССР применяют телеграфные реле нескольких типов, характеристики которых приведены в табл. 48.

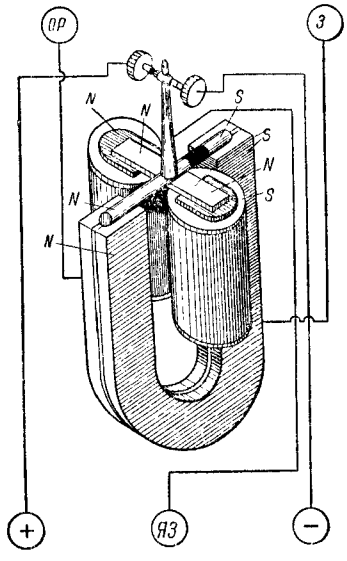
Реле Шорина неполяризованное; магнитная цепь и контактная система показаны на фиг. 7. При притянутом якоре воздушный зазор *а* должен равняться 0,1 *мм*. Междуконтактное расстояние также устанавливается равным 0,1 *мм*.



Фиг. 7. Неполяризованное реле Шорина

Реле Бодо поляризованное; принцип устройства показан на фиг. 8. Применяется в основном в аппаратах Бодо-симплекс.

Расстояние между осью и полюсными надставками устанавливают в 0,1—0,2 *мм*, между электромагнитом и якорем — в 0,4—0,5 *мм*, а междуконтактное расстояние — в пределах 0,05—0,1 *мм*. Чувствительность составляет 2 *ма*, но плотность контакта при этом недостаточна.



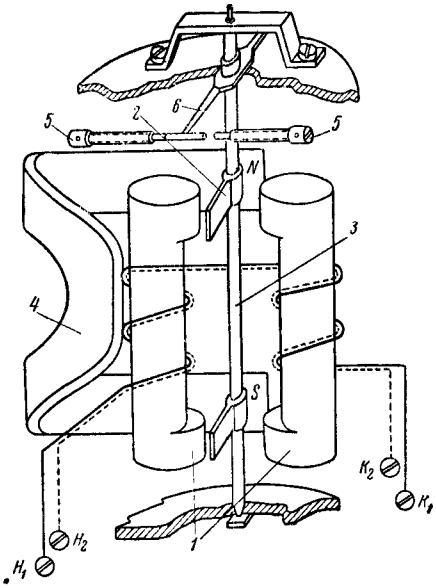
Фиг. 8. Реле Бодо

Унифицированное телеграфное реле поляризованное, диференциальное; принцип устройства его показан на фиг. 9. Применяется в основном в аппаратах Бодо-дуплекс, схемах дуплексиых связей Морзе и в дуплексных трансляциях.

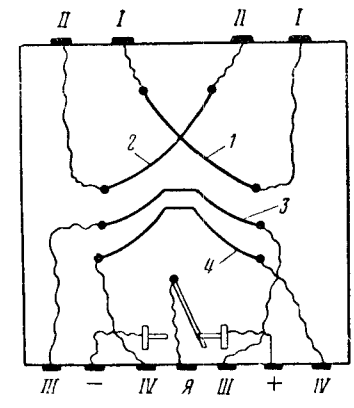
Стандартное реле, схема которого показаиа на фиг. 10, имеет четыре обмотки, из которых *1* и *2* — рабочие, а *3* — *4* — вспомогательные, римскими цифрами обозначены их контакты.

Величина магнитного потока в реле регулируется изменением зазора между постоянным магнитом и якорями; нормальио зазор должен быть равен 0,3—0,5 *мм*. Чувствительность реле составляет около 9 ампер-витков.

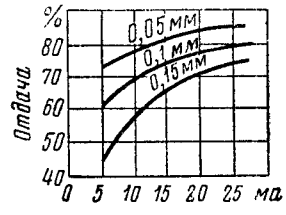
Отдача реле при разной величине тока и различных междуконтактных расстояниях дана на фиг. 11.



Фиг. 9. Принцип устройства унифицированного телеграфного реле:
1—электромагниты; *2*—якорь; *3*—ось якоря; *4*—постоянный магнит; *5*—контактный винт; *6*—язычок реле; *Н*—начало обмотки; *К*—конец обмотки



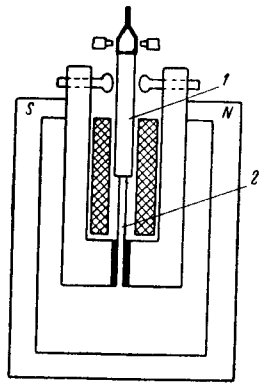
Фиг. 10. Схема унифицированного телеграфного реле



Фиг. 11. Отдача унифицированного телеграфного реле

Реле типа 209FA — поляризованное, с гибким язычком; принцип устройства его показан иа фиг. 12. Применяется в аппаратуре тонального телеграфа. Якорь реле *1* сделан из сплава пермалоя и укреплён на пружинящей пластинке *2*. Нормальный контактный зазор

равен 0,1 *мм*. Чувствительность составляет 0,5 ампер-витка (для нормальной работы требуется 15 ампер-витков).



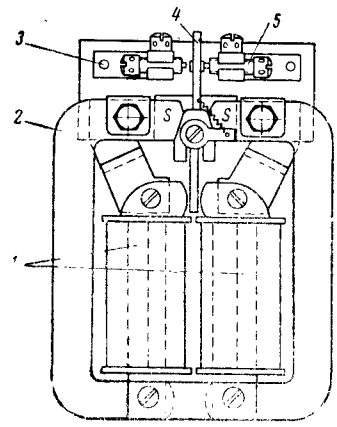
Фиг. 12. Принцип устройства реле 209 FA

Реле типа 215А поляризованное; по конструкции оно сходно с реле 209FA, но имеет одну обмотку; чувствительность его равна 25 ампер-витков.

Реле типов 43а (передающее 4/308) и 44а (приёмное 4/392) поляризованные; принцип устройства реле типа 43а представлен на фиг. 13. Применяются эти реле в аппаратуре тонального телеграфирования и в схемах абонентской телеграфной связи.

Реле типа ТРМ поляризованное, вертикальное, предназначено для работы в местных цепях телеграфной аппаратуры. На двух сердечниках реле имеется по две обмотки, которые могут включаться последовательно или параллельно.

Реле отрегулировано нейтрально. Наивысшая частота работы реле 100 *гц*; отдача реле при этом не менее 40%. Нормальный



Фиг. 13. Принцип устройства реле типа 43а: *1*—катушка; *2*—магнит; *3*—контактная система; *4*—язычок; *5*—контактный винт

контактный зазор равен 0,1 *мм*. Цоколь реле имеет для включения восемь штырков.

Испытания реле

Для определения качества работы реле и правильности его регулировки проверяются нейтральность регулировки и коэфициент

Таблица 48

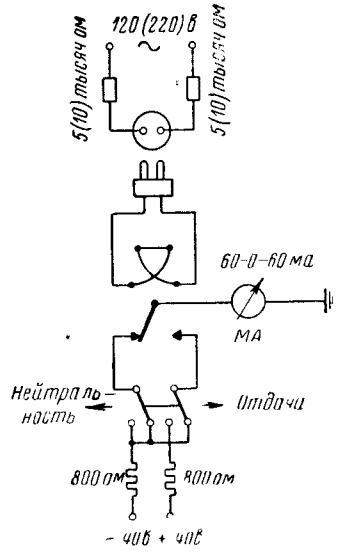
Характеристики телеграфных реле

Тип реле	Число витков обмотки	Марка и диаметр проволоки в *мм*	Сопротивление обмотки постоянному току в *ом*	Индуктивность обмотки в *гн*	Необходимая величина установившегося тока в *ма*
Реле Бодо	2×3 000	ПШД; 0,15	2×100	1,5	18—25
Реле Шорина	4 800	ПШД; 0,1	400	2,0	15—20
Унифицированное телеграфное реле:					
основные обмотки	2×4 400*	ПЭШО; 0,12	2×200	4,0 при последовательном соединении; 1,2 при параллельном соединении	18—25
дополнительные обмотки	2 000	ПЭШО; 0,10	210	0,3 для одной полуобмотки	4—6
Реле 215А	6 800	—	440	2,0 при токе 2,5 *ма* и частоте 100 *гц*	4,5
Реле 43а:					
обмотка I	2 300	ПЭЛ; 0,13	85	—	—
» II	2 300	ПЭЛ; 0,13	130	—	18
Реле 44а:					
основные обмотки	4×1 250	ПЭЛ; 0,2	4×35	—	1,4
вспомогательные обмотки	2×1 250	ПЭЛ; 0,12	2×160	—	—
Реле 209FA передающее	—	—	2×85	—	4—5
Реле 209FA приёмное	—	—	4×185	—	—
рабочие обмотки	—	—	4×185	—	4—5
вспомогательные обмотки	—	—	2×185	—	—
Реле ТРМ:					
обмотка $I_д$	2 300	ПЭЛ-1; 0,13	85	0,8 при частоте 25 *гц* и токе 30 *ма*	10
обмотка $II_д$	2 300	ПЭЛ-1; 0,13	130		
обмотка $I_п$	2 300	ПЭЛ-1; 0,13	85	0,8 при частоте 25 *гц* и токе 30 *ма*	10
обмотка $II_п$	2 300	ПЭЛ-1; 0,13	130		

* Параллельное соединение.

отдачи реле. Проверка этих величин производится по схеме фиг. 14.

При нейтральной регулировке реле стрелка миллиамперметра должна колебаться около



Фиг. 14. Схема прибора для испытания реле

нуля. При измерении отдачи сначала определяют ток I_p, когда реле не работает, а затем включают реле в цепь переменного тока и при помощи миллиамперметра находят ток I_0. Тогда отдача

$$p = \frac{I_p}{I_0}\ 100\%.$$

ТЕЛЕГРАФНЫЕ АППАРАТЫ

На железнодорожном транспорте СССР применяются телеграфные аппараты Морзе, Бодо и стартстопные.

Основные данные и нормы для телеграфных аппаратов

Пропускная способность, размеры и вес телеграфных аппаратов, а также типы батарей приведены в табл. 49.

Данные о потреблении электроэнергии за сутки и о величинах токов в линейных, местных и моторных цепях телеграфной аппаратуры приведены в табл. 50.

Расход ёмкости батарей для других аппаратов, не указанных в табл. 50, определяют в соответствии с их конструкцией и схемой. Например, расход тока линейных батарей четырёхкратного аппарата Бодо-симплекс будет примерно такой же, как и для двукратного аппарата Бодо-симплекс, или с превышением на 10—15%, а расход тока местных батарей такой же, как и для двукратного аппарата Бодо-дуплекс.

Для промежуточных аппаратов Бодо типа, не указанного в табл. 50, потребление тока должно быть соответственно рассчитано. При

Таблица 49

Основные данные телеграфной аппаратуры

Система аппарата	Эксплоатационная пропускная способность для телеграфиста 1-го разряда в слов./час	Количество столов в комплекте	Длина и ширина столов в *мм*	Вес со столами в *кг*	Схемы включения	Типы и количество батарей
Морзе	400	1	600×1 200	50	Нормально замкнутая цепь	Линейная батарея на одной станции
	400	1	600×1 200	50	Нормально разомкнутая цепь	По одной линейной батарее на каждой станции
	400	1	600×1 200	50	Комбинированная	То же
Двукратный Бодо оконечный	1 000 на 1 крат	3	700×2 550	250—300	Симплекс	Две линейные батареи (+ и —), местная батарея (40—120 *в*) и моторная батарея* 120 *в*
	То же	6	700×4 750	600	Дуплекс	
Трёхкратный Бодо-дуплекс оконечный	» »	7	700×6 450	700—850	»	То же
Четырёхкратный Бодо-симплекс оконечный	» »	5	700×4 750	450—500	Симплекс	» »
Двукратный Бодо-дуплекс промежуточный	» »	9	700×7 650	900—1 100	Дуплекс	» »
Трёхкратный Бодо-дуплекс промежуточный	» »	11	700×9 350	1 250	»	» »
Четырёхкратный Бодо-симплекс промежуточный	» »	7	700×6 450	700—800	Симплекс	Линейная батарея и моторная батарея 120 *в* (или сеть переменного тока)
Стартстопный типа СТ-35	1 600	1	600×1 300	70—90	Симплекс: схема без реле	
	1 600	1	600×1 300	70—90	То же, но с реле	То же
	1 600	1	600×1 300	70—90	Дуплекс	Две линейные батареи и моторная батарея 120 *в* (или сеть переменного тока)
Стартстопный типа Т-15	1 600	1	530× 440	70—90	То же, что СТ-35	То же, что для СТ-35

* В последнее время в аппаратах Бодо применяется одна градация напряжения батареи —120 *в*.

Таблица 50

Расход тока в цепях телеграфных аппаратов

Система аппарата	Суточный расход тока в *а-ч*	Величина установившегося тока в *а*	Среднее значение тока в *а*
Двукратный Бодо-симплекс оконечный:			
Линейная цепь (+)	0,4	0,04	—
То же (−)	0,15	0,04	—
Местная цепь	2,5	—	0,10—0,15
Моторная цепь с фоническим двигателем	19,0	0,08—0,85	—
Двукратный Бодо-дуплекс оконечный			
Линейная цепь (+)	0,5	0,06—0,09*	—
То же (−)	1,2	0,04—0,09*	—
Местная цепь	7,0	—	0,30—0,35
Моторная цепь с фоническим двигателем	27—37**	1,2—1,6	—
То же, с мотор-конвертером	35—51**	1,5—2,2	—
Трёхкратный Бодо-дуплекс оконечный:			
Линейная цепь (+)	0,7	0,075	—
То же (−)	1,3	0,075	—
Местная цепь	9,0	—	0,35—0,40
Моторная цепь с мотор-конвертером	44—60**	1,9—2,6	—
Двукратный Бодо-дуплекс промежуточный:			
Линейная цепь (+)	0,5×2	0,06×2÷0,09×2*	—
То же (−)	1,2×2	0,06×2÷0,09×2*	—
Местная цепь с конденсаторным накоплением	9,0	—	0,35—0,40
То же, но с ретрансмиттерами	12,0	—	0,50—0,55
Моторная цепь с фоническим двигателем	30—40**	1,3—1,8	—
То же, с мотор-конвертером	37—54**	1,6—2,4	—
СТ-35 - симплекс, без реле:			
Линейная цепь (+) или (−)	0,9	0,045	—
Моторная цепь	10,0	0,40	—
СТ-35, но с реле:			
Линейная цепь (+ или −)	0,7	0,030	—
Местная цепь	0,9	0,045	—
СТ-35, дуплекс:			
Линейная цепь (+)	0,4	0,03—0,09*	—
То же (−)	1,0	0,03—0,09*	—
Местная цепь	2,0	—	—
Моторная цепь	20,0	0,9	—
Т-15, симплекс:			
Линейная цепь (+ или −)	1,2	0,06	—
Моторная цепь (с мотором постоянного тока)	9,2	0,4	—
Т-15, дуплекс:			
Линейная цепь (+)	0,4	0,030÷0,09*	—
То же (−)	1,0	0,030÷0,09*	—
Местная цепь	2,3	—	0,09
Морзе на постоянном токе	0,4	0,02	—
То же, но на рабочем токе	0,1	0,02	—
» » по схеме однополюсного дуплекса	0,2	0,035	—

* Первые числа при встречных одинаковых полюсах; вторые — при встречных разных полюсах.

** Первая цифра относится к одноголовым распределителям, а вторая — к двухголовым распределителям.

Таблица 51

Основные технические данные моторов, применяемых для телеграфных аппаратов

Тип мотора	Мощность мотора в *вт*	Число оборотов в минуту	Величина установившегося тока в *а*	Величина пускового тока в *а*	Рабочее напряжение в *в*	Область применения
УМ-12	11	2 000	0,18	В 1,5—2 раза больше установившегося тока	110—127	Для приёмников аппаратов Бодо
УК-12	11	2 000	0,18			То же
МК-42 и УМК-44	15	3 000	0,35			Для распределителей и приёмников аппаратов Бодо
УМ-21-С	50—60	3 000	0,45			Для аппаратов СТ-35
УМ-12	5	3 000	0,10			Для ондуляторов

Примечания. 1. Моторы типа УМ-12, УК-12 и МК-42 являются моторами постоянного и переменного тока.

2. Коэфициент полезного действия моторов имеет величину порядка 0,60—0,65; при питании переменным током $\cos\varphi \approx 0{,}4$.

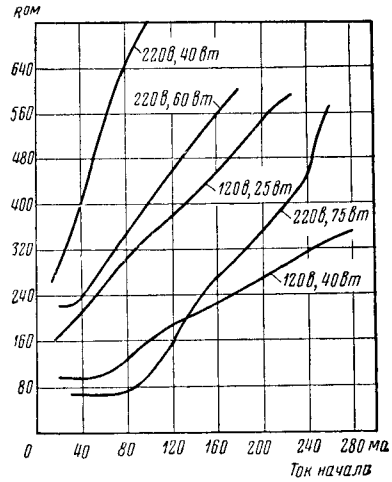
этом расход тока линейных батарей может быть принят равным удвоенному расходу тока тех же батарей оконечных аппаратов Бодо соответствующей кратности; расход ёмкости батареи на один вибратор вместе с фоническим двигателем равен 10 *а-ч*, а на один вибратор с мотор-конвертером — 17,5 *а-ч* в сутки.

Типы моторов телеграфных аппаратов и их основные технические данные указаны в табл. 51.

Типы реостатных ламп для линейных и местных цепей телеграфных аппаратов выбирают следующим образом:

лампы в цепях плюса и минуса линейной батареи устанавливаются на 220 *в* мощностью 60 или 75 *вт*;

для подбора ламп в местных цепях сначала определяют необходимое дополнительное сопротивление, а затем по кривым, представленным на фиг. 15, по величине сопротивления и тока определяют тип лампы;



Фиг. 15. Графики для определения типа реостатных ламп

при подборе ламп по величине установившегося тока следует учитывать, что в процессе работы лампа будет иметь меньший нагрев, вследствие чего кривая рабочего тока будет иметь большую крутизну нарастания.

В табл. 52 указаны типы и количество ламп, требующихся для некоторых наиболее распространённых аппаратов Бодо[1].

Контакты в телеграфных аппаратах

Для контактов реле применяется серебряная или платиновая проволока диаметром 1,5 *мм*. На одно реле (два контакта и язычок) требуется кусок проволоки длиной около 12 *мм*.

Для контактов вибраторов применяется платиновая проволока диаметром 2 *мм*, а для язычков — диаметром 3,5 *мм*. Для двух контактов необходим кусок проволоки длиной 7—8 *мм*, а на один язычок — длиной 4—5 *мм*.

[1] Вместо реостатных ламп могут быть применены остеклованные сопротивления.

Таблица 52

Типы и количество ламп, требующихся для телеграфных аппаратов Бодо

Система аппарата	Характеристика ламп		Количество
	напряжение в *в*	мощность в *вт*	
Двукратный Бодо-дуплекс оконечный	220	60	3
	220	25	1
	120	150	1
	120	96	1
	120	40	1
	120	60	10
Двукратный Бодо-дуплекс промежуточный	220	60	6
	220	25	1
	120	150	1
	120	96	1
	120	40	1
	120	60	20

Для контактных винтов клавиатуры Бодо требуется серебряная проволока диаметром 1,5—2 *мм* и длиной 3—3,5 *мм* на один контакт.

Для язычков клавиш Бодо используют серебряные пластинки размером 11,6 × 5,8 × × 0,8 *мм*, весящие 0,565 *г* каждая. На одну клавиатуру требуется 5 контактов.

Для контактов передатчика аппарата СТ-35 применяют серебряную проволоку диаметром 3,5—4 *мм*. На один контакт требуется кусок проволоки длиной 1 — 1,5 *мм*.

Для контактов регулятора аппарата СТ-35 применяют вольфрамовую проволоку диаметром 6,5 *мм*. На два контакта требуется кусок проволоки длиной 1—1,5 *мм*.

Для контактов ключа Морзе применяют серебряные или платиновые пластинки размером 5 × 5 × 0,8 *мм* и весом 0,21 *г* каждая.

Аппарат Морзе

Аппарат Морзе состоит из ключа-передатчика *1*, приёмника *2*, миллиамперметра *3* и разрядника *4*, являющегося в то же время и коммутатором (фиг. 16).

Все части смонтированы на одной общей доске *5*. К аппарату придаётся консоль *6* для сматывания бумажной ленты.

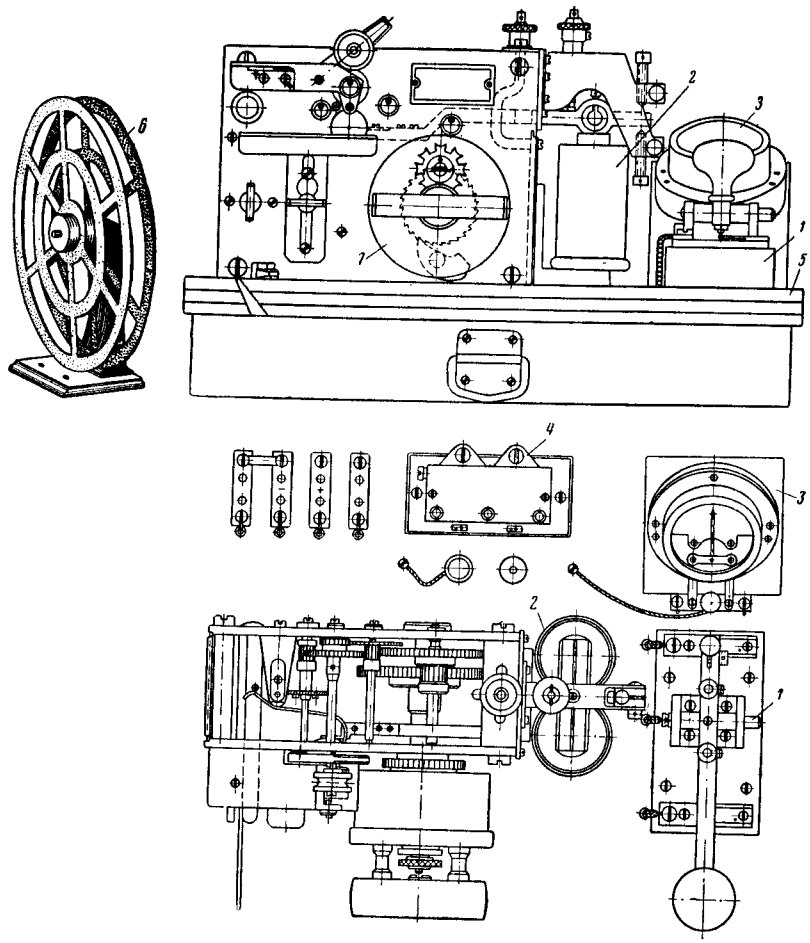
На аппарате Морзе работают по коду Морзе (табл. 53).

Ключ (фиг. 17) служит для замыкания и размыкания цепи. Основные части: рычаг *1* ключа, медная стойка *2* с осью, передний контакт *3* ключа и задний контакт *4*. Если пружина *5* находится между передним контактом и стойкой, то ключ работает по схеме нормально замкнутой цепи, а если между стойкой и задним контактом ключа, то по схеме нормально разомкнутой цепи.

Приёмник состоит из электрической части для приёма и записи входящих токов и механической части, обеспечивающей равномерное продвижение бумажной ленты. К первой части (фиг. 18) относятся электромагнит *1* (см. табл. 47) с якорем *2* и пишущий рычаг *3*, несущий на левом конце пишущее колесо *4*. Электромагнит установлен на стальном уголь-

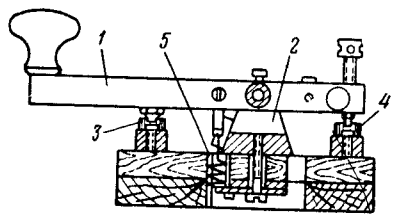
нике *5*, который можно поднимать и опускать с помощью винта, которым оканчивается стержень *6*, и гайки *7* примерно на 3 *мм*.

протягивается со скоростью около 1,6 *м/мин*. Завода пружины хватает на 20—23 мин. работы.



Фиг. 16. Аппарат Морзе

Механическую часть составляют часовой и лентопротяжный механизмы. Часовой механизм помещается в латунной коробке *9* (фиг. 19) и состоит из системы зубчатых ко-



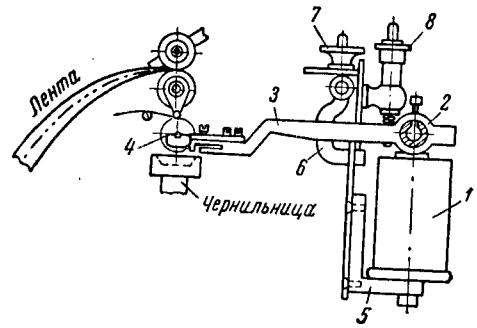
Фиг. 17. Ключ Морзе

лёс *1—7* и центробежного регулятора скорости (ветрянки) *8*.

Часовой механизм приводится в движение стальной пружиной, находящейся в барабане *7* (фиг. 16).

Пружина имеет длину около 2 500 *мм*, ширину 34 *мм*, толщину 0,4—0,5 *мм*. Лента

Миллиамперметр аппарата — магнитоэлектрической системы со шкалой 40—0—40 *ма* и внутренним сопротивлением 10 *ом*.



Фиг. 18. Электромагнит и пишущий механизм аппарата Морзе

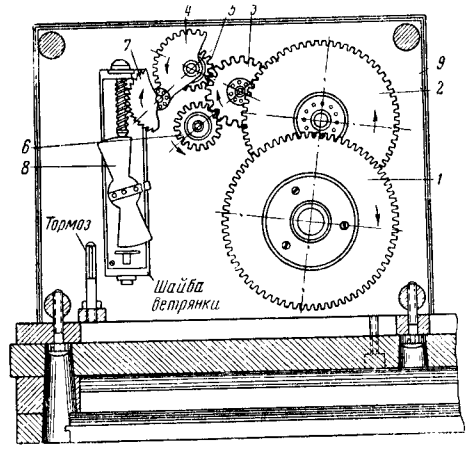
Разрядник-коммутатор предназначен для защиты аппарата и обслуживающего персонала от действия атмосферного электриче-

Таблица 53

Азбука Морзе

Наименование знаков	Принятый код	Наименование знаков	Принятый код
А	·—	1	·————
Б	—···	2	··———
В	·——	3	···——
Г	——·	4	····—
Д	—··	5	·····
Е	·	6	—····
Ж	···—	7	——···
З	——··	8	———··
И	··	9	————·
К	—·—	0	—————
Л	·—··	Запятая ,	——·—·—
М	——	Точка .	·—·—·—
Н	—·	Двоеточие :	———···
О	———	Вопросит. знак ?	··——··
П	·——·	Номер №	·—·—·
Р	·—·	Восклицат. знак !	——·—·——
С	···	Апостроф '	·————·
Т	—	Скобка ()	—·——·—
У	··—	Дробная черта /	—··—·—
Ф	··—··	Знак раздела	——·—·
Х	····	Ждать	·—···
Ц	—·—·	Перебой	———···
Ч	——— ·	Плюс +	·—·—·
Ш	————	Минус −	—····—
Щ	——·—	Новая строка	·—·—·—
Ы	—·——	Знак равенства =	—···—
Ю	··——	Понял	···—·
Я	·—·—	Прошу принять	·—·—·—·—
Й	·————	Прошу давать	·———·—
ЬЪ	—··—	Сигнал бедствия SOS	···———···
Э	··—··		

ства, а также для простых переключений, выполняемых вставлением штепселя в одно из трёх отверстий коммутатора.



Фиг. 19. Часовой механизм аппарата Морзе

Пробивное напряжение разрядника равно 1 000 *в*.

Схемы включения аппарата Морзе. Телеграфирование при помощи аппарата Морзе, как правило, осуществляется по симплексной схеме. Известны следующие виды симплексной схемы включения аппарата Морзе:

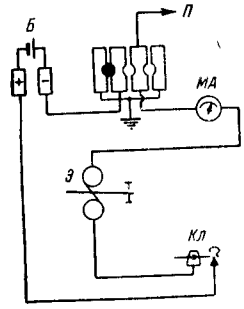
а) схема нормально замкнутой цепи (фиг. 20);

б) схема нормально разомкнутой цепи (фиг. 21);

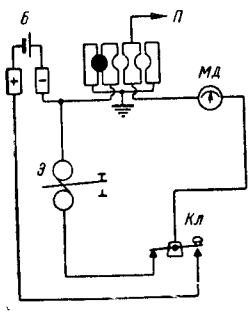
в) комбинированная схема (фиг. 22).

На железнодорожном транспорте СССР применялась схема нормально замкнутой цепи.

В последнее время комбинированная схема принята в качестве стандартной. Телеграфирование по дуплексной схеме при помощи аппарата Морзе используется сравнительно редко.



Фиг. 20. Схема нормально замкнутой цепи Морзе

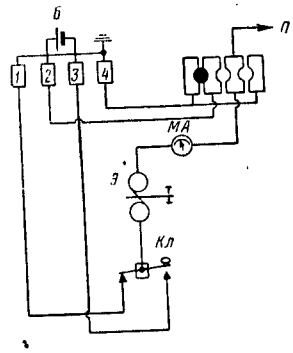


Фиг. 21. Схема нормально разомкнутой цепи Морзе

Напряжение батарей на связях с аппаратами Морзе допускается не более 120 *в* при работе по воздушным однопроводным цепям.

При работе по телефонно-телеграфным кабелям должны быть удовлетворены требования, указанные на стр. 65—66.

Дальность непосредственной связи при помощи аппаратов Морзе и необходимая величина установившегося тока указаны в табл. 67 и соответственно в табл. 47.



Фиг. 22. Комбинированная схема цепи аппарата Морзе

Уход за аппаратом Морзе. Уход за приёмником состоит в очистке его от краски и пыли и в периодической смазке гнёзд осей костяным маслом. В ключе нужно следить за чистотой контактов. Разрядник следует предохранять от попадания в него токопроводящих частиц.

Регулировка аппарата Морзе заключается в правильной установке электромагнита, якоря и пишущего колеса. При установке электромагнита, вращая гайку 7 (фиг. 18), поднимают его до отказа. Затем устанавливают нижний винт колонки так, чтобы при отпущенном якоре между якорем и полюсными наконечниками электро-

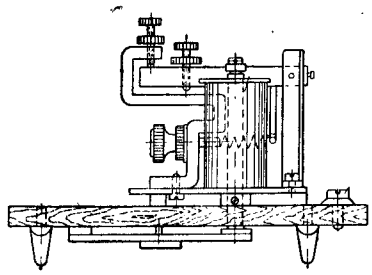
магнита свободно проходила телеграфная лента. После этого устанавливают верхний винт колонки так, чтобы конец его отстоял от рычага на толщину вчетверо сложенной ленты. Когда рычаг прижат к нижнему винту, пишущее колесо должно оставлять на протягиваемой ленте черту, не замедляя при этом хода механизма. Необходимую регулировку производят винтом. Регулировка аппарата под током производится изменением натяжения пружины, оттягивающей пишущий рычаг кверху.

Если входящий ток велик, то при помощи гайки *7* опускают электромагнит. Если на ленте знаки сливаются, то увеличивают при помощи гайки *8* (фиг. 18) натяжение пружины или несколько опускают электромагнит. Если знаки срываются, то надо ослабить натяжение пружины или поднять электромагнит.

Производительность аппарата Морзе определяется средним количеством знаков, передаваемых телеграфистом в 1 мин. Приказом № 90/Ц 1936 г. производительность аппарата установлена в 125—150 знаков в 1 мин. Производительность аппарата Морзе в десятисловных телеграммах в час:

$$N = \frac{(125 \div 150)\,60}{(7+1)\,10} = 0{,}75\,(125 \div 150),$$

где 125÷150 — установленная норма знаков в минуту;
7 — среднее количество знаков в слове;
1 — пробел между словами;
10 — число слов в телеграмме;
60 — число минут.



Фиг. 23. Принцип устройства клопфера

Аппарат Морзе-клопфер (фиг. 23), применяемый при приёме на-слух, не имеет пишущего прибора и часового механизма.

Аппарат Бодо

Аппарат Бодо является многократным аппаратом, позволяющим один и тот же провод использовать для нескольких передач.

Для нормальной работы аппаратов Бодо, включённых в один провод, требуется синхронная скорость вращения механизмов аппаратов, а также синфазное вращение этих механизмов.

Передача на аппаратах Бодо осуществляется при помощи равномерного пятизначного кода. Азбука Бодо приведена в табл. 54.

Аппарат Бодо является буквопечатающим аппаратом с приёмом на ленту.

Таблица 54

Азбука Бодо

Латинский алфавит		Русский алфавит		Левая рука		Правая рука			Какие клавиши нажать	Комбинация элемент. токов (Клавиши 1 2 3 4 5)
1	a	1	а			●			1	+ − − − −
2	e	2	е				●		2	− + − − −
3	Y	3	и					●	3	− − + − −
	e		я			●	●		12	+ + − − −
4	u	4	ц			●		●	13	+ − + − −
5	l	5	т				●	●	23	− + + − −
6	A	6	о			●	●	●	123	+ + + − −
7	J	6	ш	●		●			41	+ − − + −
8	G	7	г	●			●		42	− + − + −
H	B	8	б	●				●	43	− − + + −
9	H		х	●		●	●		412	+ + − + −
+	C	9	ц	●		●		●	413	+ − + + −
0	F	+	ф	●			●	●	423	− + + + −
•	D	0	в	●		●	●	●	4123	+ + + + −
,	L	•	ъ	●	●	●			51	+ − − − +
;	X	,	ь	●	●		●		52	− + − − +
:	S	;	с	●	●			●	53	− − + − +
(	Z	:	з	●	●	●	●		512	+ + − − +
!	T	э	т	●	●	●		●	513	+ − + − +
?	W	?	в	●	●		●	●	523	− + + − +
/	V	й	ю	●	●	●	●	●	5123	+ + + − +
(	K	ш	к	●	●	●			541	+ − − + +
)	M	н	м	●	●		●		542	− + − + +
−	R	−	р	●	●			●	543	− − + + +
=	L	=	л	●	●	●	●		5412	+ + − + +
I	Q	I	ы	●	●	●		●	5413	+ − + + +
№	N	№	н	●	●		●	●	5423	− + + + +
%	P	%	п	●	●	●	●	●	54123	+ + + + +
На цифры					●				4	− − − + −
На буквы				●					5	− − − − +
Ж	Ж	Ж	ж	●	●				54	− − − + +

Буквы составляется из букв ы и і



На связях, оборудованных аппаратами Бодо, применяют двухполюсную работу, что позволяет вести передачи при сравнительно высоких скоростях на большие расстояния.

Аппараты Бодо различаются по кратности и бывают двух-, трёх-, четырёх-, шести- и девятикратные.

Распределитель	Дуплексный стол	1 крат		2 крат	
		Передача	Прием	Передача	Прием
1	2	3	4	5	6

Фиг. 24. План размещения оборудования оконечного двукратного аппарата Бодо-дуплекс

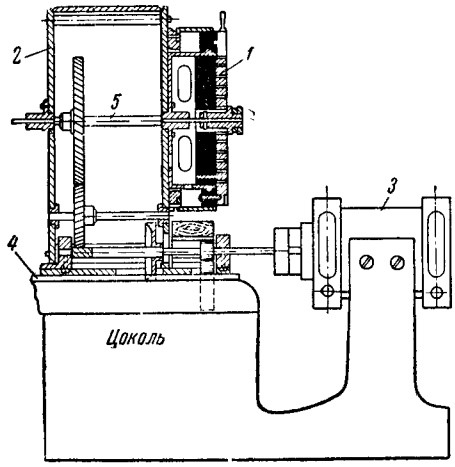
По схеме работы аппараты Бодо разделяются на симплексные и дуплексные.

Аппараты Бодо могут быть оконечными и промежуточными (ретрансмиссии).

Дальность непосредственного телеграфирования при помощи аппаратов Бодо указана в табл. 67.

Оконечный аппарат Бодо в основном состоит из распределителя, клавиатуры, приёмника, реле и вспомогательных приборов.

На фиг. 24 приведён план размещения оборудования оконечного двукратного аппарата Бодо-дуплекс, являющегося основным типом аппарата Бодо на железнодорожном транспорте СССР.



Фиг. 25. Вид распределителя Бодо в разрезе

Распределитель Бодо (общий вид дан на фиг. 25) обеспечивает приём с линии и передачу на линию посылок тока в определённой последовательности, а также включение и выключение в нужные моменты местных цепей аппарата.

щим механизмом, щёткодержатель со щёткамн (на фиг. 25 не показан), мотор-конвертер *3* (или фоническое колесо), коррекционное устройство и чугунный цоколь *4* со стальной платой.

Контактный диск имеет 6 колец, по которым скользят металлические щётки (данные контактных дисков приведены в табл. 55), соединяющие попарно *1* и *4*, *2* и *5*, *3* и *6* кольца распределителя.

Коробка распределителя прямоугольной формы установлена на цоколе *4*.

Щёткодержатель (фиг. 26) закреплён на наконечнике оси (фнг. 25), проходящей через центр коробки распределителя.

Щёткодержатель состоит из трёх латунных плеч, из которых плечн *2* и *3* жёстко связаны между собой, а плечо *1* может быть перемещаемо по отношению к первым.

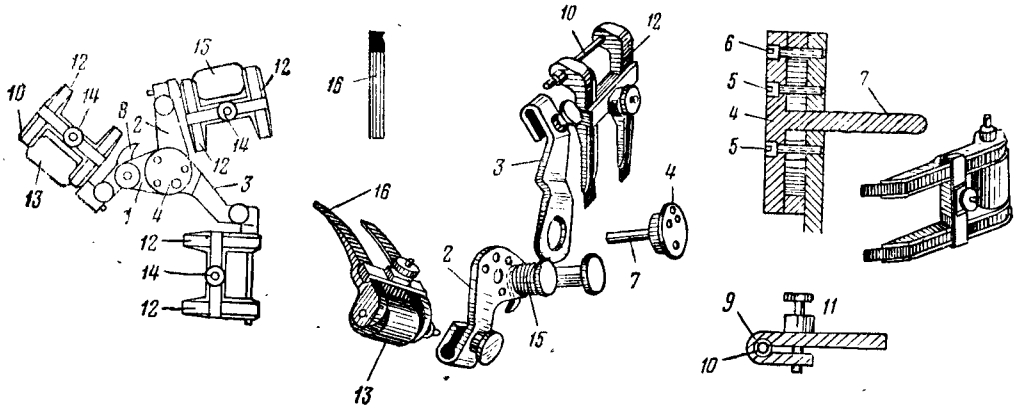
Плечи изолированы от корпуса костяными втулками. Каждое плечо имеет парные желобки, в которые вставляются металлические щётки.

Диск распределителя с остальными частями аппарата соединяют с помощью специального кабеля Бодо.

Для облегчения монтажа и эксплоатации оплётка жил кабеля снабжается различной расцветкой.

Необходимое число кабелей и их ёмкость для аппаратов Бодо различных типов даны в табл. 56.

Кабели при выходе из диска распредели-



Фиг. 26. Щёткодержатель:

1 и *2*—неподвижные плечи; *3*—подвижное плечо; *4*—шайба; *5* и *6*—винты; *7*—штифт; *8*—собачка; *9*—эбонитовая втулка: *10*—стальная ось; *11*—зажимные винты; *12*—желобки; *13*—балансные грузы; *14*—винты; *15*—спиральная пружина собачки; *16*—щётки

Распределители Бодо разделяются:

а) по числу крат (см. выше);

б) по числу дисков — на однодисковые и двухдисковые;

в) по числу головок — на одноголовые и двухголовые.

В комплект распределителя входят следующие части: головка распределителя, плата распределителя, вибратор, схемный щиток и стол распределителя.

Основными элементамя головки распределителя (фиг. 25) являются: контактный диск *1*, коробка *2* распределителя с движу-

теля обшиваются кожей, во избежание попадания на них влаги и масла.

На концы кабельных жил надеваются контактные вилки, которые своими концами подключаются под контактные винты укреплённые в специальной распределительной коробке, находящейся снизу столешницы. Это обеспечивает электрическое соединение диска распределителя с остальными частями аппарата Бодо.

Распределительная коробка сверху закрывается крышкой, на обратной стороне которой наклеивается электрическая схема аппарата.

Таблица 55

Данные контактных дисков распределителя Бодо

Система аппарата Бодо	Передний диск						Задний диск						
	номер кольца						номер кольца						
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
	число контактов						число контактов						
2БСО	11	14	14	Сплошное			—	—	—	—	—	—	—
2БДО	11	12	12	»			12	12	12	Сплошное			
3БДО	16	17	17	»			17	17	17	»			
4БСО	21	24	24	»	Всего 5: 4 по 75° и 1 в 60°	1 Сплошное	24	24	15	5	Сплошное		Сплошное
2БДП нормального типа	11	12	12	»			11	12	12	Сплошное			
3БДП	16	17	17	»			16	17	17	»			
2БДП конденсаторная	11	24	—	»	21	Сплошное	11	24	—	Сплошное	21		

Примечания. 1. Воздушные промежутки между контактами должны быть 0,4 *мм*.
2. В обозначении системы аппарата Б обозначает Бодо, С — симплекс, Д — дуплекс, О — оконечный, П — промежуточный, цифра — кратность аппарата.

Таблица 56

Число кабелей Бодо и их ёмкость

Система аппарата Бодо	Количество жил		Количество кабелей Бодо с числом жил			
	передний диск	задний диск	25	14	10	7
2БСО	22	—	1	—	—	—
4БСО	29	62	1/2	0/1	—	1/0
4БСП	80	80	2/2	1/1	2/2	—
2БДО	20	31	1/0	0/1	0/1	—
2БДП	63	63	2/2	—	1/1	2/1
3БДО	25	43	1/1	0/1	—	1/1
3БДП	67	64	2/2	1/0	0/1	1/1

Примечание. В числителе — передний диск, в знаменателе — задний.

Двигатели распределителя Бодо. В качестве двигателей распределителя Бодо в настоящее время применяют фонический двигатель «Колесо Ля-Кура» и мотор-конвертер.

Фонический двигатель «Колесо Ля-Кура» (фиг. 27) представляет собой синхронный мотор и состоит из вибратора *1* и колеса Ля-Кура *2*.

Вибратор обеспечивает попеременную посылку тока в электромагниты *3*, а фоническое колесо Ля-Кура — непосредственное вращение оси щёткодержателя.

Колебательное движение ножкам вибратора сообщает движущий электромагнит *4*, работающий по принципу электрического звонка. Частота колебаний ножек вибратора регулируется весом грузиков *5* и местом их закрепления. Такая регулировка позволяет изменять число колебаний ножек вибратора от 27 до 56 в сек.

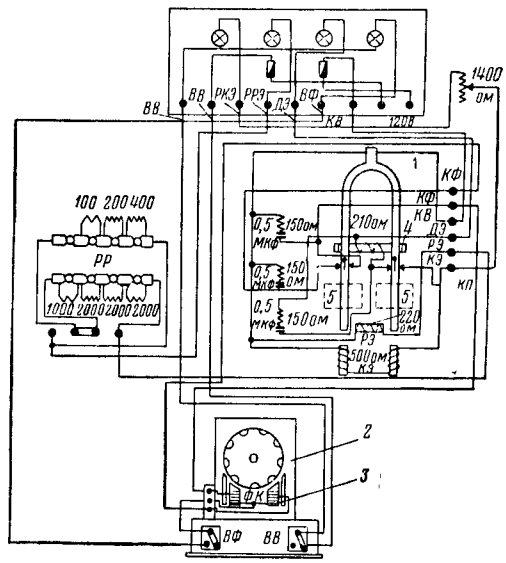
Если вибратор имеет 1 800 колебаний в минуту, то число оборотов фонического колеса

$$n = \frac{1\,800}{9} = 200 \text{ об/мин.},$$

где 9 — число выступов фонического колеса.

Данные колеса: толщина 35 *мм*, диаметр 114,6 *мм*, ширина зуба 14°, расстояние между зубьями 26 *мм*.

Данные электромагнитов вибратора приведены в табл. 47.



Фиг. 27. Схема фонического двигателя

При правильной настройке число колебаний ножек вибратора, а следовательно, и скорость вращения фонического колеса весьма постоянны. При изменении напряжения в 120 *в* на ± 10% скорость вращения фонического колеса изменяется не более чем на 0,1%.

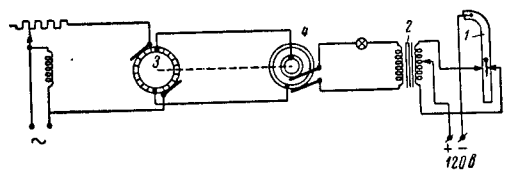
Основным недостатком фонического двигателя является склонность его к качаниям: колесо идёт толчками — то медленно, то быстрее, что вызывает неустойчивость работы аппарата.

Если при освещении колеса вспышками неоновой лампы от контактов его вибратора качание будет превосходить ± 2%, то такое

колесо считается неисправным. Для устранения этого недостатка проф. П. А. Азбукиным и инж. Пономарёвым предложен маховик-успокоитель.

Мотор-конвертер является одноякорным преобразователем постоянного тока в переменный.

Составными частями его являются (фиг. 28): вибратор *1*, трансформатор *2*, шунтовой мотор *3* с реостатом в цепи якоря, специальные кольца *4*, соединённые с диаметрально противоположными пластинками коллектора.



Фиг. 28. Схема мотор-конвертера

Вследствие колебания ножек вибратора во вторичной обмотке трансформатора проходит пульсирующий ток, который создаёт в первичной обмотке переменный ток, в то же время на кольцах мотора также создаётся переменный ток.

Если скорость мотора не будет соответствовать заданному числу колебаний ножек вибратора, то в первичной обмотке возникнут биения и фазовая лампа (на фиг. 28 не показана) будет мигать; тогда необходимо при помощи реостата так подобрать скорость вращения мотора, чтобы получился слабый, но ровный накал лампы.

Скорость телеграфирования по аппаратам Бодо зависит от скорости вращения щёткодержателя и от числа контактов второго кольца передачи и может быть определена по формуле

$$n_б = \frac{na}{60} \text{ бод},$$

где n — число оборотов щёткодержателя в минуту;

a — число контактов второго кольца.

В целях обеспечения неискажённого приёма посылок тока приёмное кольцо распределителя имеет укороченные контакты.

Укороченные контакты определяют так называемую исправляющую способность аппарата, которая определяется по формуле:

$$q = \frac{100 - k}{2} \%,$$

где $k = \frac{\alpha}{\beta}$ — коэфициент укорочения, причём α и β длины укороченного и соответственно нормальных контактов в градусах.

В табл. 57 показаны скорость телеграфирования и исправляющая способность q для аппаратов Бодо различных систем.

Клавиатура Бодо. Клавиатура в аппарате Бодо служит для набора нужной комбинации посылок тока по коду Бодо.

В соответствии с кодом Бодо клавиатура имеет пять клавиш, разделённых на две группы: правую — *1*, *2* и *3* клавиши и левую — *4* и *5* клавиши. Принцип устройства клавиатуры и её схема показаны на фиг. 29.

В основном клавиатура состоит из:

а) наборного устройства, в которое входят пять клавиш *1*, снабжённых ножами *2*, контактные пружины *3*, спиральные пружины *4* и батарейные ламели *5*;

б) блокирующего устройства, образованного пятью собачками *6*;

в) деблокирующего устройства, состоящего из тактового электромагнита *7* с якорем *8*, регулировочным винтом *9* и отражателем *10*, а также из отбрасывающего механизма *11*; данные тактового электромагнита приведены в табл. 47;

г) деревянного основания *12* с монтажной схемой;

д) пюпитра для телеграмм.

Соединение клавиатуры со схемой комплекта осуществляется при помощи кабеля Бодо.

Приёмник Бодо. Приёмник аппарата Бодо (фиг. 30) состоит из комбинатора, дешифратора и печатающего механизма.

Комбинатор принимает комбинации электрических посылок и преобразовывает их в механические комбинации.

Таблица 57

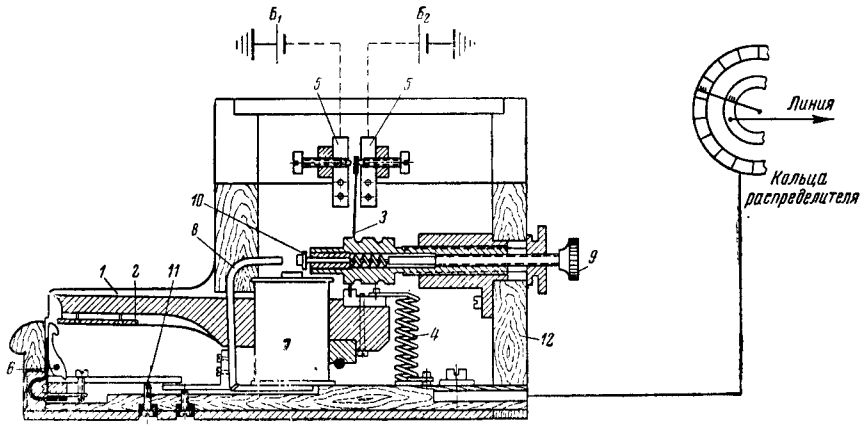
Скорость телеграфирования и исправляющая способность аппаратов Бодо

Система аппарата Бодо	2-е кольцо			1-е кольцо		Скорость телеграфирования в бодах	Исправляющая способность аппарата q в %
	число контактов	длина контактов в °	продолжительность посылки в *м/сек*	длина контактов в °	продолжительность посылки в *м/сек*		
2БСО	14	25,7	19,3	12,8	10,7	51,3	25
4БСО	24	15	11,3	5	4,2	88	33,3
2БДО	12	30	22,4	5	4,2	44	41,6
3БДО	17	21,2	16,5	5	4,2	62,3	38
4БДО	22	16,4	12,3	3	2,5	80,7	40
4БДП	24	15	11,3	7,5	6,2	88	25
2БДП	12×2	30	22,6	5	4,2	44	41,6
3БДП	17×2	21,2	16,5	5	4,2	62,3	38
4БДП	22×2	16,4	12,3	3	2,5	80,7	40

Примечание. Скорость вращения щёток распределителя—220 об/мин.

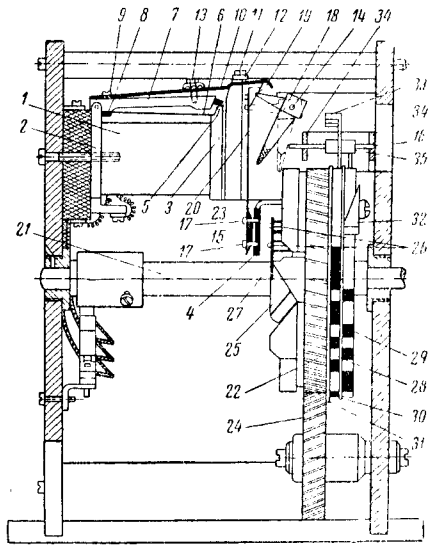
Комбинатор в основном состоит (фиг. 30) из пяти печатающих электромагнитов *1* с шунтами (см. табл. 47), пяти направляющих рычагов *18* и бронзового обода *23* с челноком *25* и ножом *27*.

Основными деталями дешифратора являются шесть разведчиков, один из которых *36* ложный, два дешифраторных диска (покоя *28* и работы *29*) и разделительные шайбы *30* и *31* с призмой *32*.



Фиг. 29. Клавиатура Бодо

Дешифратор (фиг. 31) отыскивает и расшифровывает образованную механическую комбинацию и подготовляет отпечатывание знака.

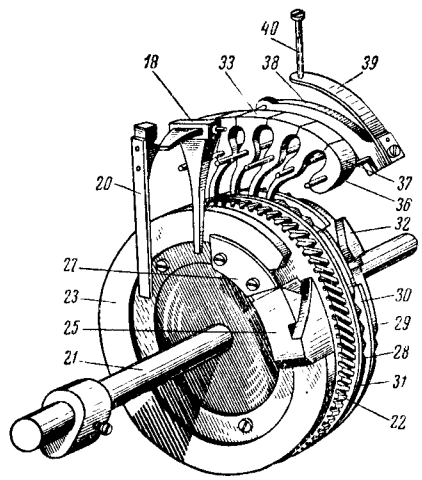


Фиг. 30. Приёмник Бодо:

1—печатающий электромагнит; *2* и *3* — полюсные надставки; *4*— стальная пластина; *5* — вырез в полюсной надставке; *6*—U-образная пружина; *7*—якорь; *8* — винты; *9* — винт; *10* — клювообразная пружина; *11*—ограничивающий винт; *12*—пластинка; *13*—винт; *14*—ось направляющих рычагов; *15*—призматические пластинки; *16*—ось разведчика; *17*—регулирующие винты; *18* — направляющий рычаг; *19* — зарубка; *20* — вертикальная пружина; *21* — ось приёмника; *22* — зубчатое колесо; *23* — бронзовый обод; *24*—промежуточное колесо; *25*—челнок; *26*—медные гильзы; *27*—нож; *28*—диск покоя; *29*—диск работы; *30* и *31*—разделительные шайбы; *32*—возвращающая призма; *33*—разведчик; *34*—пластины; *35*—ограничивающая шайба

Печатающий механизм осуществляет отпечатывание принятого знака на бумажной ленте.

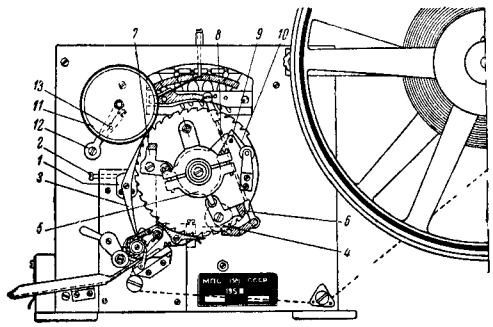
К печатающему механизму относятся следующие устройства: собственно печатающий механизм, включающий типовое и печатающее колёса; спусковой механизм, состоящий из штанги, педали и печатающего зуба; лентопротяжный, возвращающий, сцепляющий и переводной механизмы.



Фиг. 31. Дешифратор приёмника Бодо:

18 — направляющий рычаг; *20* — вертикальная пружина; *21* — ось приёмника; *22* — зубчатое колесо; *23*—бронзовый обод; *25*—челнок; *27*—нож; *28*—диск покоя; *29*—диск работы; *30* и *31*—разделительные шайбы; *32*—возвращающая призма; *33*—разведчики; *36*—ложный разведчик; *37*—ось ложного разведчика; *38* — спусковой рычаг: *39* — пружина спускового рычага; *40*—регулировочный винт

Все детали приёмника монтируют в медной (или латунной) коробке, имеющей съёмные боковые и верхнюю крышки. Внутри коробки помещается движущий механизм, состоящий из двух шестерёнок, тормозного



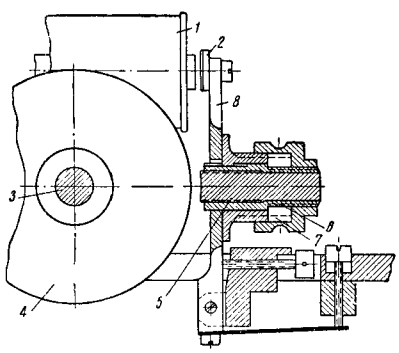
Фиг. 32. Печатающий механизм приёмника Бодо:

1—колонка возвращающего рычага; *2*—регулирующий винт; *3*—возвращающий рычаг; *4*—возвращающий ролик; *5* — трёхплечий (переводной) рычаг; *6* и *7*—переводные кулачки; *8* и *9*—ограничивающие винты; *10* — фиксирующая собачка; *11*—красящий валик; *12* — рычаг; *13*—опорный штифт (типовое колесо снято)

механизма и регулятора скорости. Последние служат для обеспечения синхронности и синфазности вращения осей приёмника по отношению к распределителю. На фиг. 32 представлены отдельные детали печатающего механизма приёмника.

Тормозной механизм (фиг. 33) состоит из тормозного электромагнита *1* с якорем *2*, который соединён с рычагом *8*, на рычаге *8* закреплена втулка *7* с винтовой нарезкой, внутрь втулки вставлена гильза *6* с пробкой *5*. На модераторную ось *3* надето маховое колесо *4*, которое вращается между катушками электромагнита *1*.

В момент отпечатывания знака тормозной механизм несколько уменьшает скорость вращения оси распределителя. Это нужно для того, чтобы в приёмнике успел произойти процесс отпечатывания.

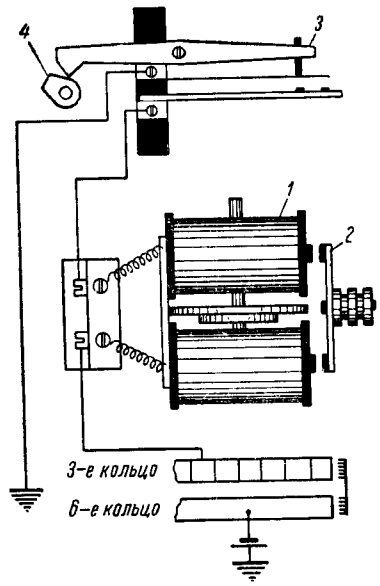


Фиг. 33. Тормозной механизм приёмника Бодо

Схема тормозного устройства дана на фиг. 34. Данные тормозного электромагнита приведены в табл. 47.

В качестве регуляторов скорости в системе МПС в основном применяют фрикционные регуляторы.

Фрикционный регулятор (фиг. 35) состоит из стального цилиндра *1*, обхватываемого с двух сторон кожаными подушками *2*, вставленными в рычаги *3*, на которые действуют специальные пружины *4*; цилиндр *1* закреплён на оси мотора. Вращение от мотора через подушки передаётся стальному

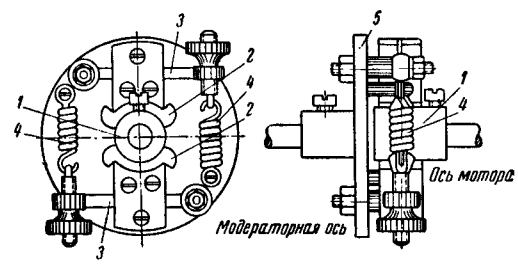


Фиг. 34. Схема тормозного устройства:

1—тормозной электромагнит; *2*—якорь; *3*—тормозной рычаг; *4*—эксцентрик

диску *5*, который скреплён с модераторной осью приёмника, поэтому последняя также приводится во вращение.

Работа регулятора основана на изменении силы трения под действием центробежной силы.



Фиг. 35. Фрикционный регулятор аппарата Бодо

Синфазиость. Синфазность в аппаратах Бодо обеспечивается:

а) посылкой специальных коррекционных токов (метод изолированной коррекции) и

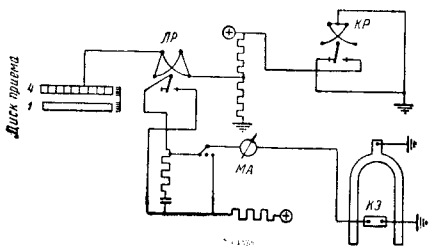
б) коррекцией рабочими токами.

Метод изолированной коррекции разделяется на:

а) механическую коррекцию, при которой коррекционные токи приводят в действие специальный коррекционный электромагнит, устанавливающий при помощи механического устройства определённую фазу щёток;

б) электрическую коррекцию, при которой коррекционные токи приводят в действие специальное коррекционное реле, управляющее работой коррекционного электромагнита, последний изменяет скорость колебаний вибратора и тем выравнивает фазу.

В настоящее время на сети железных дорог СССР применяют этот метод по схеме фиг. 36. При этом методе одна из станций (корректирующая) даёт коррекцию, а вторая (корректируемая) принимает её.



Фиг. 36. Схема электрической коррекции в аппаратах Бодо

Запаздывание токов в аппаратах Бодо. Между передачей сигнала и его приёмом протекает промежуток времени (запаздывание токов), слагающийся из времени прохождения тока по проводу и времени, необходимого для выполнения механической работы приёмника.

При телеграфной связи на расстояние до 500 *км* запаздывание тока в одну сторону равно времени пробега щётки по одному контакту распределителя.

Компенсация времени запаздывания производится: при симплексных аппаратах на корректируемых станциях посредством сдвига секторов приёма по отношению к секторам передачи, а при дуплексных аппаратах одноголовой системы посредством сдвига переднего диска по отношению к заднему на число контактов, полученное от деления длины связи в километрах между станциями на 500. Если, например, длина связи равна 1 500 *км*, то сдвиг диска нужно производить на три контакта.

Конструкция и схемы оконечных аппаратов Бодо. Оконечные аппараты Бодо простейшего типа (2БСО) имеют одну головку с распределителем и один диск, в аппаратах остальных систем имеются два диска, сидящие на одной или двух головках.

Двухголовые аппараты Бодо имеют следующие преимущества: полное отделение приёма от передачи, отсутствие необходимости установки запаздывания и более простое обслуживание.

Конструктивные данные об оконечных аппаратах Бодо приведены в табл. 58.

Принципиальные схемы оконечных аппаратов Бодо показаны на фиг. 37 — 40.

Техническая пропускная способность на 1 крат аппарата Бодо установлена в 1 250 — 1 350 слов в час (при 200 об/мин.). Практическая норма передачи для бодиста первого разряда установлена в 1 000 слов в час.

Количество десятисловных телеграмм, которое можно передать по линии, оборудован-

Таблица 58

Конструктивные данные оконечных аппаратов Бодо

Система аппарата Бодо	Число головок распределителя	Число дисков	Количество возможных передач	Количество возможных приёмов
2БСО	1	1	1	1
2БДО	1	2*	2	2
2БДО	2	2**	2	2
3БДО	1	2*	3	3
3БДО	2	2**	3	3
4БСО	1	1	2	2
4БСО	1	2*	2	2

* Щёткодержатели вращаются от одного движущего механизма.

** Диски сидят на разных головках и вращаются независимыми механизмами.

ной аппаратами Бодо, за 1 час, можно определить по формуле

$$N = \frac{np \cdot 60}{(7+1)\,10} = 0{,}75\ np,$$

где N — количество десятисловных телеграмм в час;

n — количество оборотов щёткодержателя в минуту;

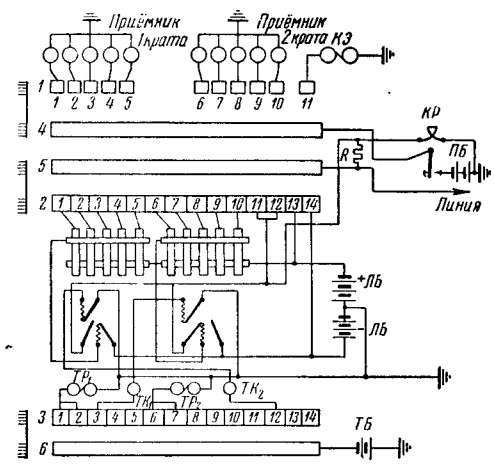
p — количество крат;

7 — число знаков в слове;

1 — пробел между словами;

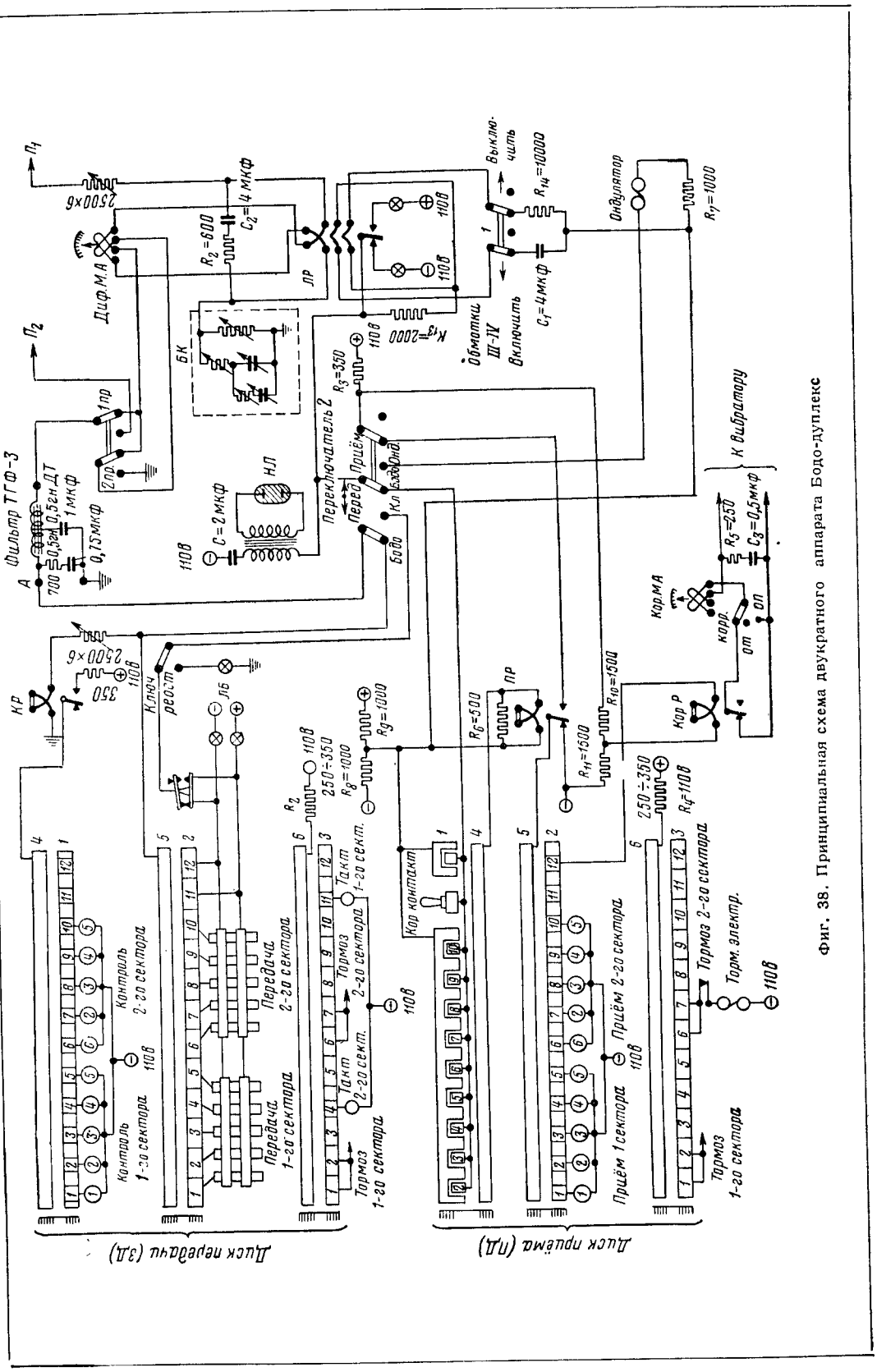
10 — число слов в телеграмме.

Промежуточные аппараты (ретрансмиссии) Бодо. На железнодорожном транспорте СССР в качестве промежуточных аппаратов



Фиг. 37. Принципиальная схема двукратного аппарата Бодо-симплекс

Бодо применяют ретрансмиссии. В ретрансмиссиях часть секторов используется для транслирования сигналов с восстановлением их первоначальной длины, а другая часть — для работы с оконечными станциями. Транслирование сигналов осуществляется при помощи ретрансмиттеров, состоящих из пяти реле и являющихся автоматическими передатчиками.

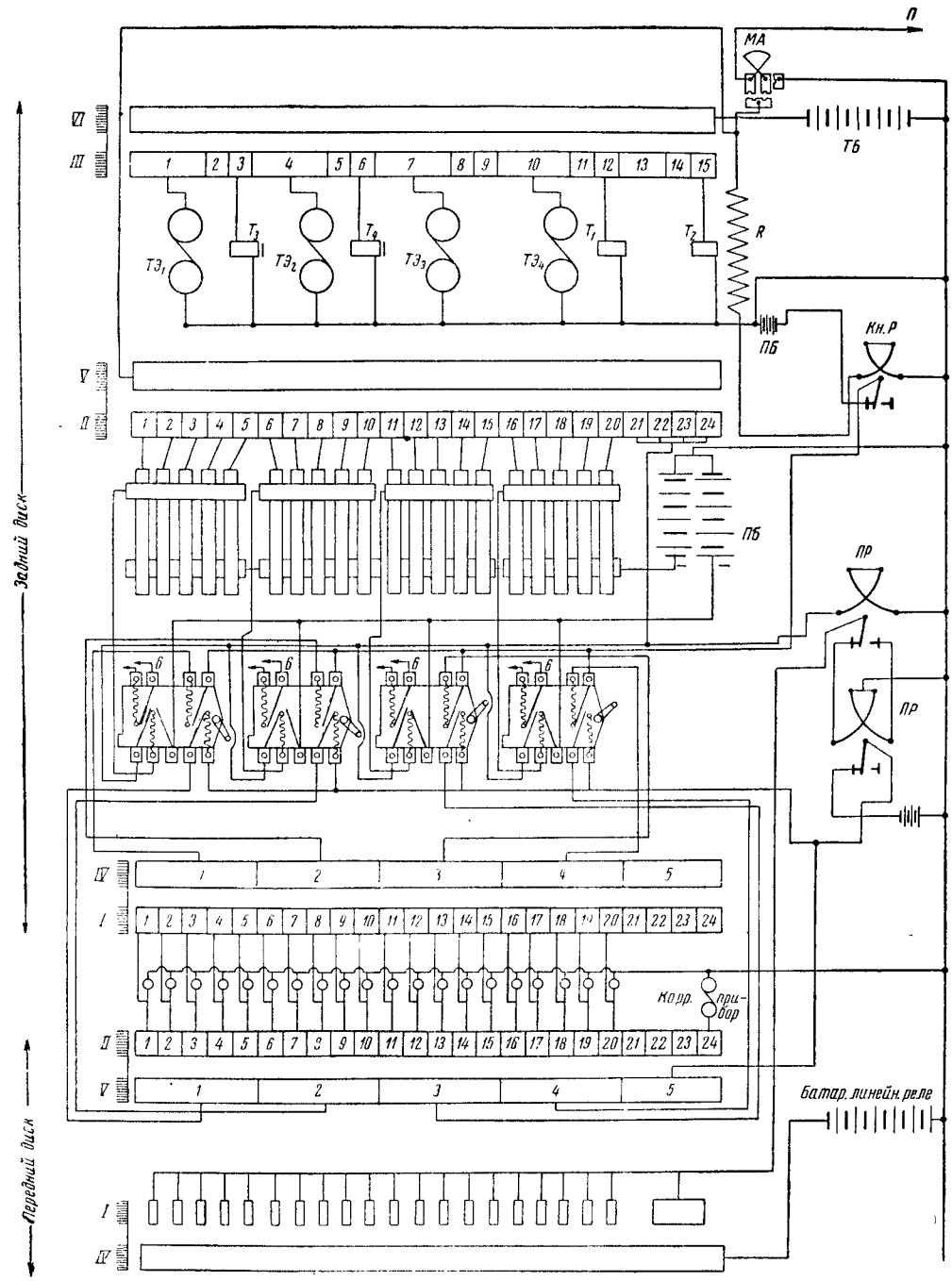


Фиг. 38. Принципиальная схема двукратного аппарата Бодо-дуплекс

На фиг. 41 представлены скелетные схемы организации связи оконечных станций через ретрансмиссии для следующих случаев:

Ретрансмиссии Бодо разделяются:

а) по конструкции — на одноголовые и двухголовые;



Фиг. 39. Принципиальная схема трёхкратного аппарата Бодо-дуплекс. Римскими цифрами обозначены кольца распределителя; арабскими—контакты колец

а) для связи двух оконечных четырёхкратных аппаратов Бодо-симплекс;

б) для связи двух оконечных двукратных аппаратов Бодо-дуплекс;

в) для связи трёх пунктов через ретрансмиссию типа $4 \times 2 \times 2$.

б) по схеме работы — на симплексные и дуплексные.

В свою очередь дуплексные ретрансмиссии по схеме бывают:

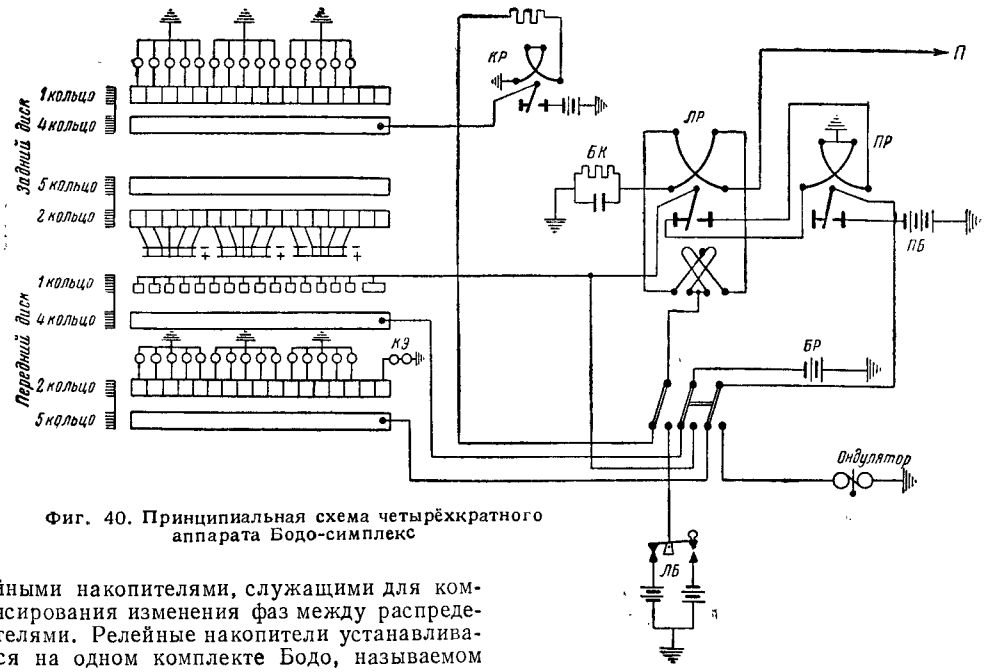
а) нормального типа с ретрансмиттерами;

б) конденсаторного типа;

в) типа НКПС.

Принципиальные схемы ретрансмиссий этих трёх типов даны на фиг. 42, 43 и 44.

Циркулярная передача на аппаратах Бодо. На железнодорожном транспорте используется схема циркулярной передачи (фиг. 45) без принудительного синфазирования, с ре-

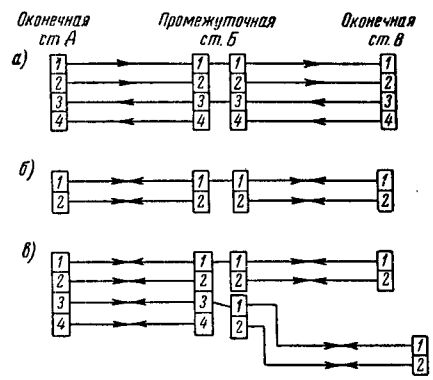


Фиг. 40. Принципиальная схема четырёхкратного аппарата Бодо-симплекс

лейными накопителями, служащими для компенсирования изменения фаз между распределителями. Релейные накопители устанавливаются на одном комплекте Бодо, называемом циркулярным.

Все остальные комплекты Бодо, через которые автоматически передаётся в линии работа с циркулярного комплекта, называются линейными комплектами.

Правила обслуживания и регулировки аппаратов Бодо, а также нормы содержания их см. в специальной литературе [55—68].



Фиг. 41. Скелетные схемы организации связи оконечных станций через ретрансмиссии Бодо (цифрами обозначены секторы распределителя)

Стартстопные аппараты

Особенностями стартстопных аппаратов являются применение клавиатуры типа клавиатуры пишущей машинки, аритмичность работы, совершенство конструкции и простота обслуживания. В отличие от синхронных аппаратов все механизмы стартстопных аппаратов, за исключением мотора и трансмиссии, после обработки каждого печатного знака останавливаются в одном и том же исходном положении. Вследствие этого аппараты и носят название стартстопных (старт — пуск, стоп — остановка).

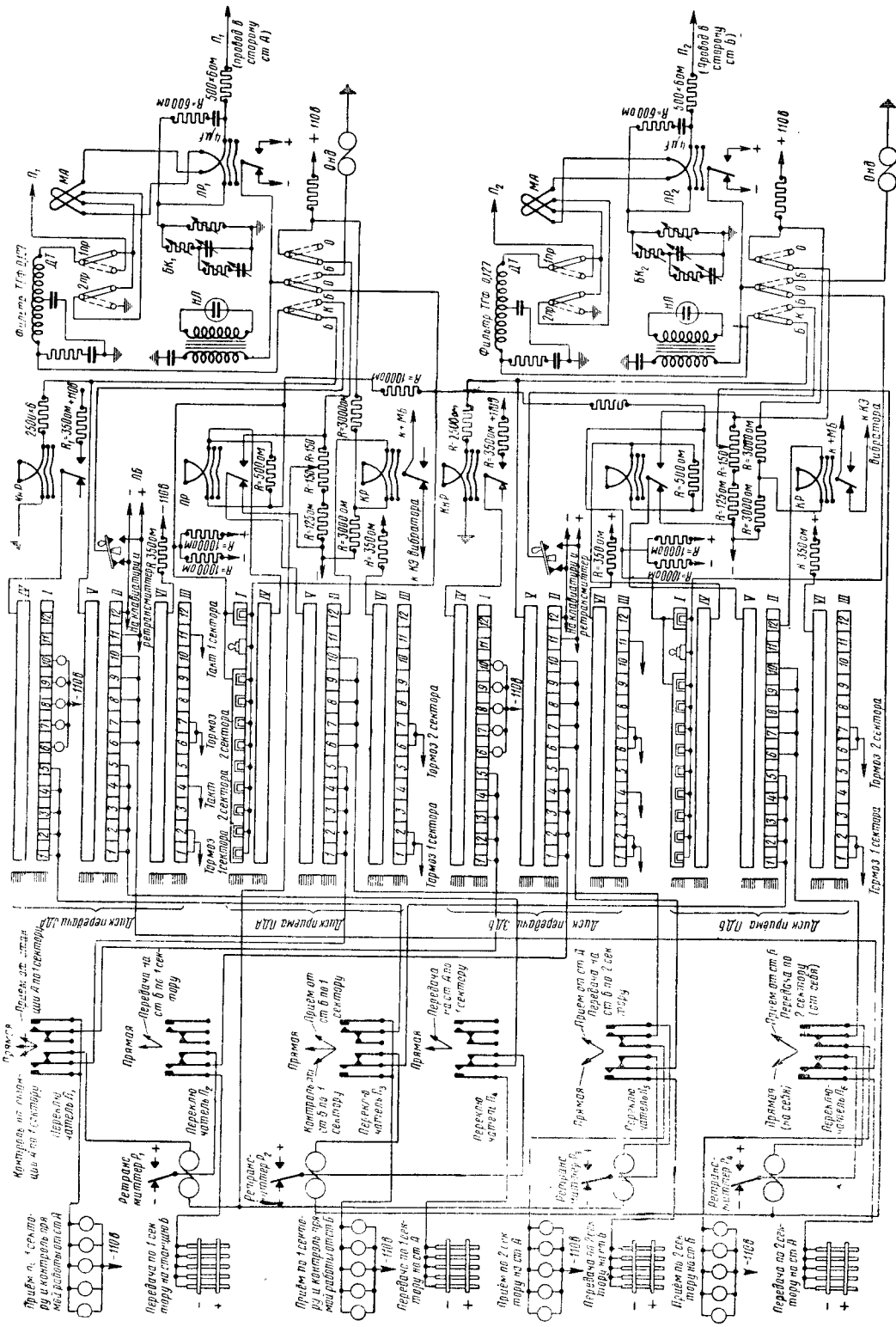
Для осуществления пуска и остановки аппарата каждая рабочая комбинация импульсов тока начинается пусковым импульсом тока и оканчивается остановочным. Применение этих двух дополнительных импульсов тока позволяет допускать расхождение скоростей механизмов стартстопных аппаратов, работающих на одной связи, в значительно бо́льших размерах (до 7%), чем при синхроиных аппаратах (до 0,5%). Благодаря этому повышается надёжность работы аппаратов и упрощается их обслуживание, но в то же время увеличивается частота телеграфного тока.

Область применения стартстопных аппаратов на железнодорожном транспорте указана в табл. 45. Кроме того, они используются на линиях связи, служащих для информации о подходах поездов.

На железнодорожном транспорте СССР нашли применение следующие типы стартстопных аппаратов отечественного производства: Ш-32 (Шорина), БТА-31 (Тремля), СТ-35 (советский телетайп выпуска 1935 г.) и РТА-37 (рулонный телеграфный аппарат); кроме того, применяются аппараты типа Т-15 и некоторые другие.

Наибольшее распространение получил аппарат СТ-35, который в настоящее время является основным типом стартстопного аппарата на железнодорожном транспорте СССР. Аппараты Ш-32 и БТА-31 с эксплоатации сняты.

Стартстопный телеграфный аппарат типа СТ-35. Аппарат СТ-35 является однократным телеграфным аппаратом, работающим по пятизначному коду, причём для передачи каж-

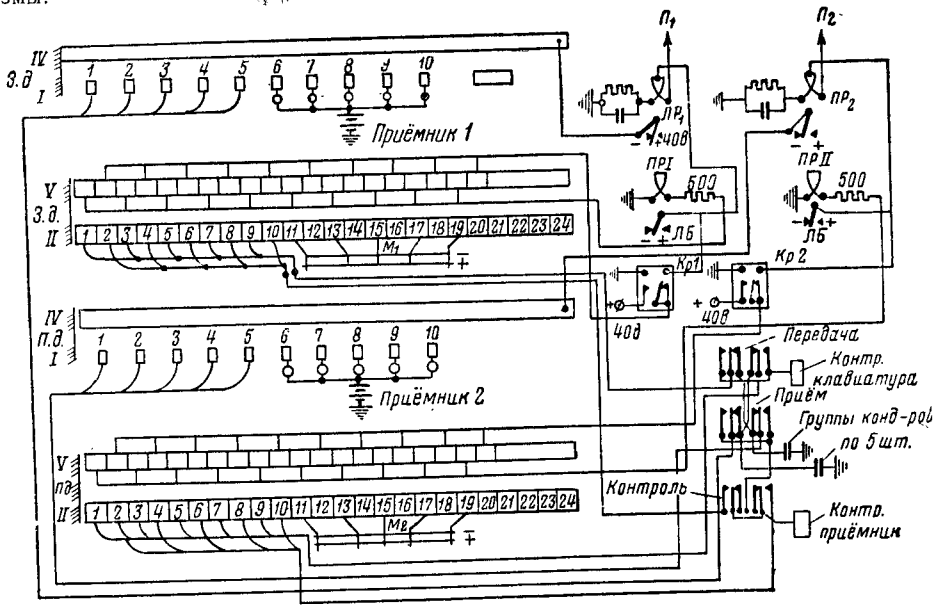


Фиг. 42. Принципиальная схема ретрансмиссии Бодо-дуплекс нормального типа с ретрансмиттерами

дого знака требуется семь посылок тока: пусковая, пять кодовых и остановочная (см. табл. 59). Отпечатывание знаков осуществляется на бумажной ленте при помощи типовых рычагов. Клавиатура аппарата по расположению знаков близка к клавиатуре пишущей машинки. Аппарат допускает печатание текста на русском и латинском алфавитах.

Каждый аппарат имеет два распределителя — передающий и приёмный, номинальная скорость вращения которых составляет 380 об/мин. Наибольшее расхождение скоростей допускается до 7%. Предельная скорость передачи — 395 букв в минуту, нормальная скорость — 380 букв в минуту.

Основными частями аппарата СТ-35 являются движущий, передающий и приёмный механизмы.



Фиг. 43. Принципиальная схема ретрансмиссии конденсаторного типа (арабскими цифрами обозначены контакты колец)

Движущий механизм (фиг. 46) состоит из мотора *1* с центробежным электроконтактным регулятором *2*, главного вала *3* и передаточных осей — регистровой *4* и оси *5* передатчика.

Мотор *1*, приводящий в движение механизмы аппарата, является мотором постоянно-переменного тока, типа УМ-21-С, напряжение 110—120 *в*; полезная мощность на валу двигателя составляет 20—25 *вт* при величине потребляемой мощности в случае работы на постоянном токе со скоростью 3 000 об/мин., равной 35 *вт*. Номинальная мощность мотора равна 66 *вт*. Пусковой ток составляет 1,3 *а*, а установившийся ток—0,5 *а*. Допускается нагрев мотора до 35° С сверх окружающей температуры.

При применении переменного тока последовательно с мотором включается сопротивление 120—150 *ом*.

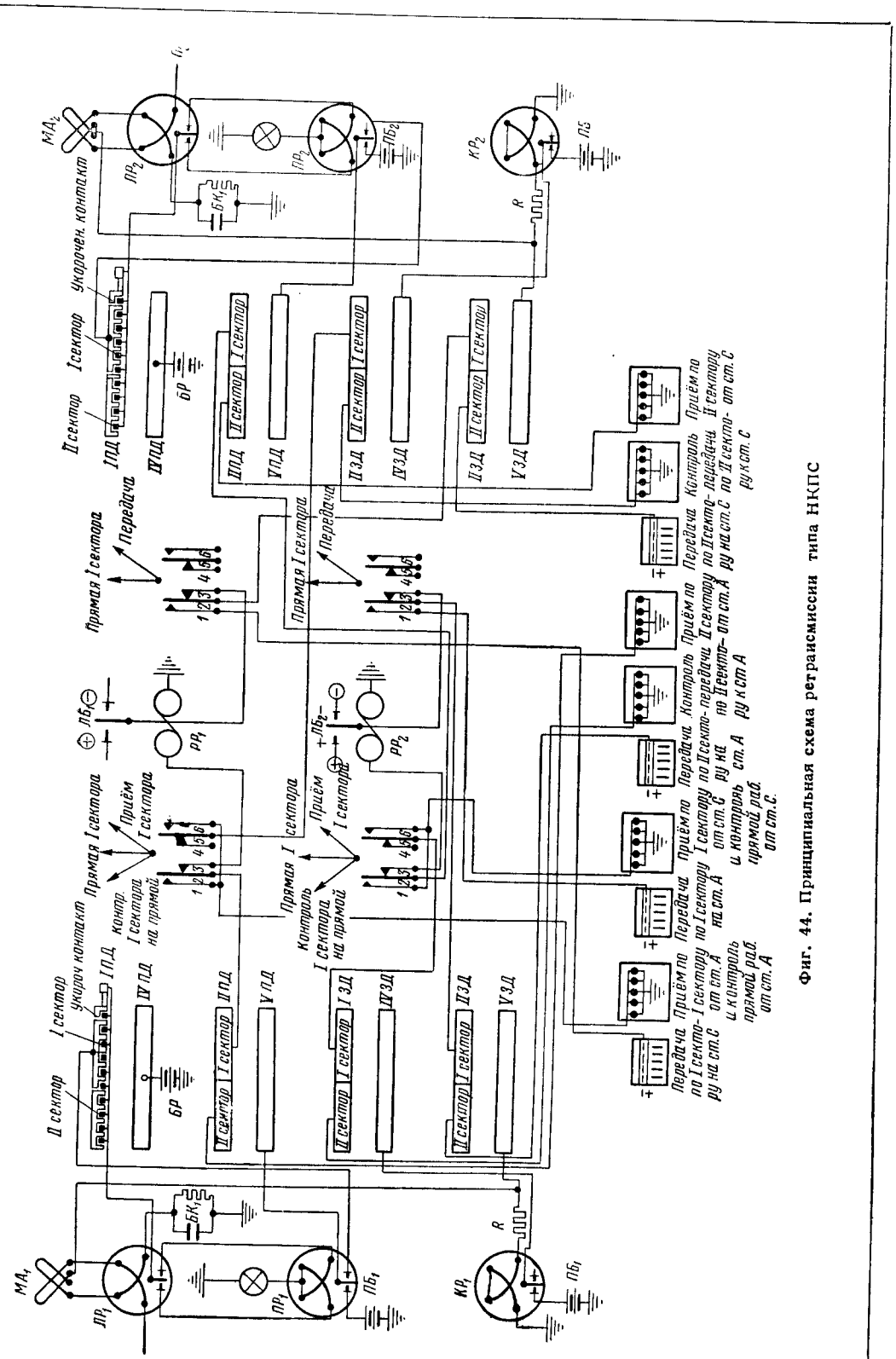
Передающий механизм состоит из клавиатуры и передатчика. Клавиатура (фиг. 47) состоит из 46 клавиш, расположенных в четыре ряда, и одной длинной клавиши для передачи пробела, занимающей пятый ряд.

В первом ряду расположены клавиши для передачи цифр и одна клавиша для передачи сигнала перебоя *ЗВ*; клавиши второго, третьего и четвёртого рядов на головках имеют обозначения: слева — букв русского алфавита и справа — букв латинского алфавита. В четвёртом ряду, кроме того, расположены три служебные клавиши для перевода регистров *ЦИФ*, *РУС* и *ЛАТ*. Основными частями клавиатуры являются (фиг. 48) системы клавишных рычагов *1*, оканчивающихся сверху круглыми головками или вилками, система комбинаторных линеек *2*, запориая линейка *3* и спусковая линейка *4*, шарнирно связанная со спусковым рычагом *5* передатчика. Передатчик (фиг. 49) состоит в основном из контактной системы *1*, пяти запорных захватывающих рычагов *2*, шести контактных рычагов *3*, пяти дисковых муфт *4*, кулачкового распределителя и запорного устройства. Пусковой контакт имеет длину, равиую 54°, а остальные — 51°. Длительность посылки тока с рабочего контакта равна 22,6 *мсек*, что соответствует скорости телеграфирования в 44,3 бода.

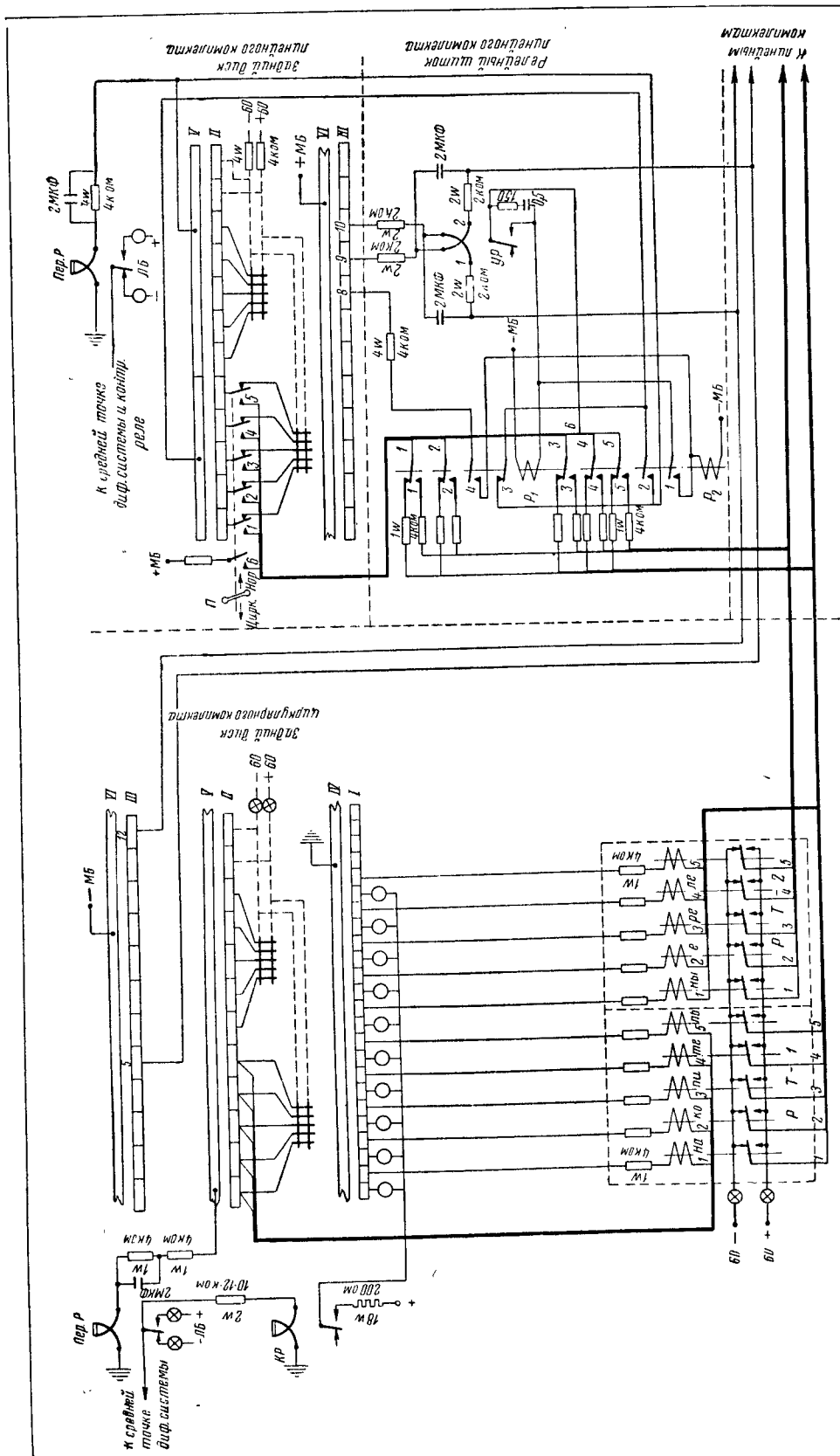
Устройство передатчика обеспечивает преобразование набранной механической комбинации комбинаторных линеек, соответствующей нажатой клавише, в определёниую комбинацию посылок электрического тока.

Приёмный механизм состоит из стартстопного приёмного устройства, наборного механизма, дешифратора и обслуживающих механизмов.

С помощью приёмного механизма осуществляется: приём комбинации посылок электрического тока (для приёма их служит электромагнит стартстопного приёмного устройства — фиг. 50); преобразование этой комбинации в механическую (при помощи наборного



Фиг. 44. Принципиальная схема ретрансмиссии типа НКПС



Фиг. 45. Схема циркулярной передачи на аппаратах Бодо без принудительного синфазирования

механизма—фиг. 51); расшифрование механической комбинации и превращение её в типографский знак, отпечатываемый на бумажной ленте при помощи дешифратора. Спусковой

Таблица 59

Пятизначный код СТ-35

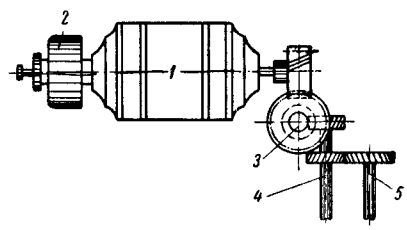
Латинский шрифт	Цифры и знаки	Русский шрифт	Стоп	Старт	Комбинации 1	2	3	4	5
A	1	А							
B	8	Б							
W		В							
G	7	Г							
D	0	Д							
E	2	Е							
V		Ж							
Z	:	З							
I	Ш	И							
J	6	Й							
K		К							
L	=	Л							
M		М							
N	Ю	Н							
O	5	О							
P	I	П							
R	÷	Р							
S	·	С							
T	Ч	Т							
U	4	У							
F	Э	Ф							
H	+	Х							
C	Э	Ц							
Q	/	Щ							
X	,	Ь							
Y	З	Ы							
-		Я							
Буквы рус.									
Цифры									
Буквы лат.									
Пробел									
Звонок									

▨ Импульс тока

□ Перерыв тока

механизм обеспечивает приведение в действие печатающего и лентопротяжного механизмов.

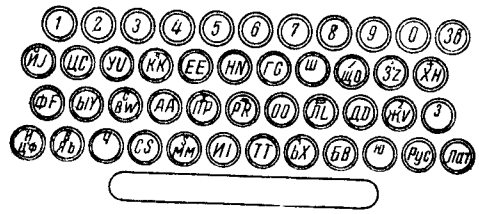
Печатающий (фиг. 52), лентопротяжный и реверсионный механизмы, входящие в состав дешифратора, служат соответственно для



Фиг. 46. Движущий механизм аппарата СТ-35

отпечатывания знака на бумажной ленте, её продвижения и для обратного сматывания красящей ленты с целью многократного её использования. Пуск и остановка приёмного кулачкового распределителя (наборной муфты с кулачками) осуществляются с помощью электромагнита, причём коррекционный механизм и фазоустановитель (фиг. 50) обеспечивают синфазное положение приёмника по отношению к передатчику противоположной станции.

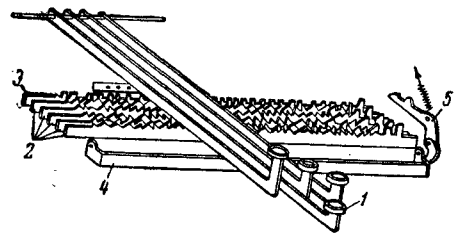
Электромагнит в аппарате СТ-35 неполяризованный, его данные указаны в табл. 47. Исправляющая способность аппарата достигает 38%.



Фиг. 47. Клавиатура аппарата СТ-35

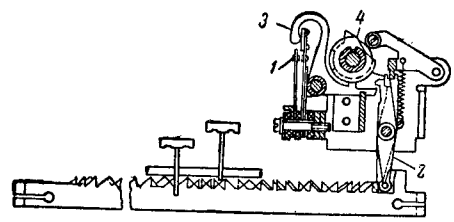
Принципиальные схемы включения в линию аппарата СТ-35 показаны на фиг. 53.

Дальность телеграфирования при помощи аппаратов СТ-35 определяется схемой телеграфирования. При длине стальной цепи до 200 *км* и на местных связях применяют однополюсное телеграфирование, причём аппараты включают непосредственно в линию.



Фиг. 48. Устройство клавиатуры аппарата СТ-35

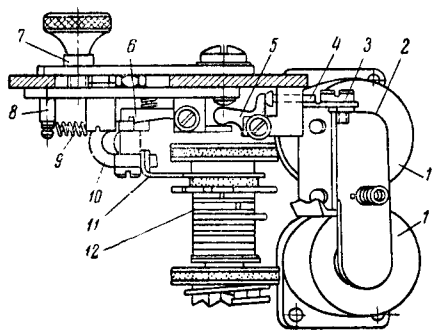
Величина входящего тока в этом случае должна составлять 40—45 *ма*. При применении неполяризованных реле дальность передачи может быть увеличена до 300 *км*. Для увеличения дальности телеграфирования до 400 — 500 *км* применяется схема двухполюсной работы. В этом случае ап-



Фиг. 49. Передатчик аппарата СТ-35

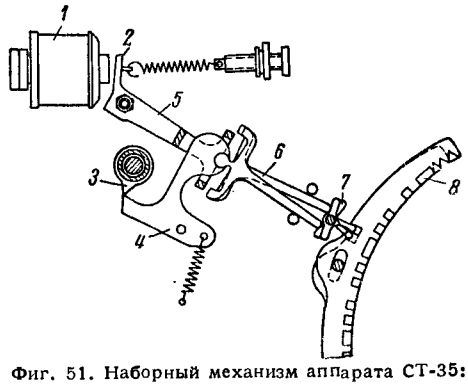
параты включают в линию через поляризованные реле (фиг. 53, *в*). Величина входящего тока при этом должна составлять 25 *ма*. Аппарат СТ-35 может быть автоматизирован. Для этого применяют перфоратор и трансмиттер. Техническое обслуживание аппарата и его регулировка описаны в специальной литературе [68, 69].

Стартстопный телеграфный аппарат типа РТА-37. Аппарат РТА-37 отличается от аппарата СТ-35 тем, что знаки печатаются не



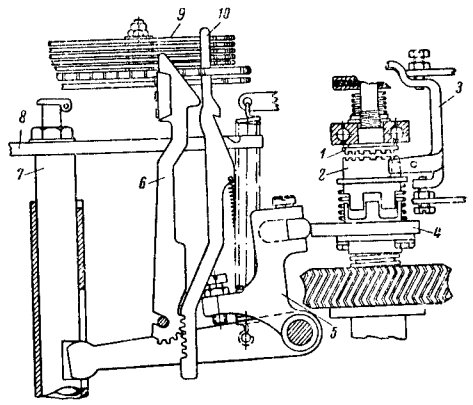
Фиг. 50. Стартстопное приёмное устройство аппарата СТ-35:

1 — электромагнит; *2* — якорь электромагнита; *3*—винт с эксцентричной головкой; *4*—штифт; *5*—промежуточный рычаг; *6*—запорный рычаг; *7* — винт фазоустановителя; *8* — колонка; *9*—пружина стоповой скобы; *10*—стоповая скоба; *11*—стоповый рычаг; *12*—наборная муфта с кулачками



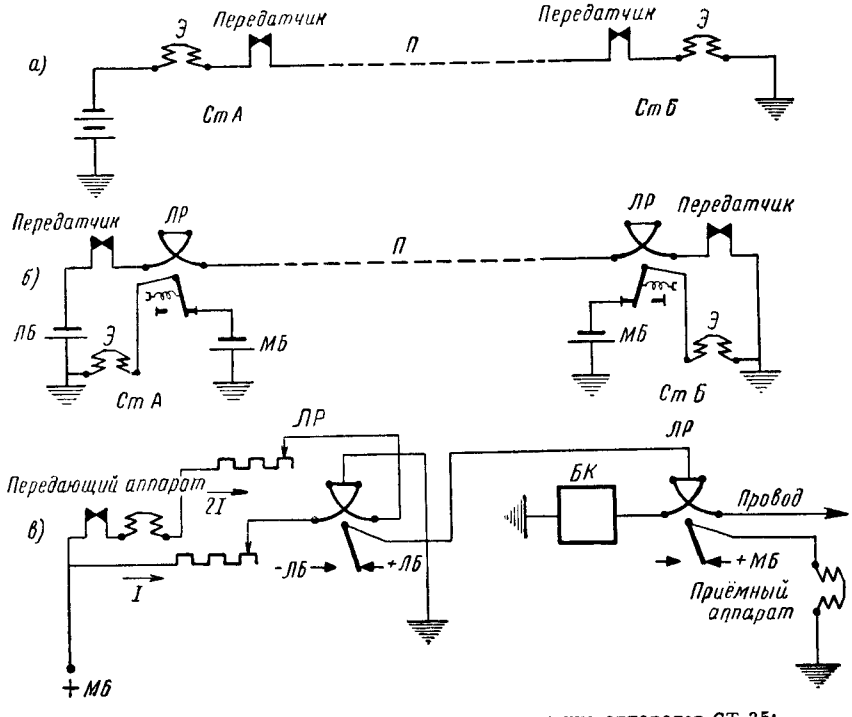
Фиг. 51. Наборный механизм аппарата СТ-35:

1—электромагнит; *2*—якорь; *3*—наборная муфта; *4*—наборный рычаг; *5* — рычаг якоря; *6* — меч; *7*—Т-образный рычаг; *8*—дешифраторная линейка



Фиг. 52. Печатающий механизм аппарата СТ-35:

1—ведущая муфта; *2*—ведомая муфта; *3* — расцепляющая скоба; *4* — печатающий кулачок; *5* — печатающий рычаг; *6* — типовой рычаг; *7*—шток; *8* — печатающая скоба; *9*—дешифраторные линейки; *10*—тяговый рычаг



Фиг. 53. Принципиальные схемы включения в линию аппаратов СТ-35:

а—двух аппаратов СТ-35; *б*—двух аппаратов СТ-35 через реле; *в*—аппарата СТ-35 дуплекс

на ленте, а на рулоне бумаги шириной 215 *мм*. При этом возможно отпечатывание нескольких копий. В клавиатуре имеется клавиша «Возврат каретки». Длина стопового контакта равна 69 — 48,5°.

Стартстопный аппарат типа Т-15. Аппарат Т-15 работает по пятизначному коду (табл.60).

Таблица 60

Пятизначный код Т-15

Буквы	Цифры	Стоп	Старт	Комбинации 1	2	3	4	5
Ф	3			■	■			
Т	,			■			■	■
М	;				■	■	■	
В	И			■			■	
Е	3			■				
А	Ж			■		■	■	
П	ь				■		■	■
Р	Стоп					■	■	■
Х	8				■	■		
О	N°			■	■		■	
Л	Щ			■	■	■	■	
Д	"				■			■
Ю	—					■	■	■
Б	.					■	■	
Ч	9					■		■
Ц	0				■	■		■
У	1			■	■	■		■
Н	4				■	■	■	
Ы	▼			■		■		
Г	5							■
З	7			■	■	■		
И	?				■	■	■	■
К	2			■	■		■	■
С				■	■	■		■
Ш	6			■	■	■		■
Я	/			■	■	■		■
Перевод строки					■			
Интервал, пробел						■		
Возврат каретки							■	■
Цифры				■	■	■	■	■
Буквы				■	■	■	■	■
Звонок				■				■

■ Импульс тока

□ Перерыв тока

Отпечатывание знаков производится на рулоне бумаги, причём печатающий валик неподвижен, а каретка передвигается. Перевод на новую строку, перевод с букв на цифры и обратно и перевод каретки на начало строки производятся автоматически благодаря посылке с передающей станции специальных (переводных) комбинаций импульсов тока. Латинский шрифт в аппарате отсутствует. Аппарат может работать по нормальной схеме постоянного тока, причём дальность телеграфирования по стальной цепи составляет 200—250 *км* при величине входящего тока 50—60 *ма*. Применение реле позволяет несколько увеличить дальность телеграфирования. Аппарат Т-15 имеет ряд недостатков: трудность исправления текста при ошибках, число которых возрастает с увеличением длины провода, наличие трёхрядной клавиатуры.

Стартстопный телеграфный аппарат Т-19 является аппаратом с автоматической передачей при помощи перфорированной ленты. Он отличается от аппарата Т-15 тем, что его клавиатура приспособлена для перфорирования ленты. Кроме того, при аппарате имеются трансмиттер для передачи сигналов с перфорированной ленты и реперфоратор для автоматического переприёма.

Аппарат приспособлен для работы по различным схемам и допускает: непосредственный приём на электромагнит аппарата, однополюсную и двухполюсную работу с приёмом на реле, ручную передачу с клавиатуры, ручную передачу с одновременной перфорацией телеграмм на ленту и перфорацию телеграмм на ленту с одновременным печатным контролем. Производительность аппарата при автоматической передаче и дуплексной работе достигает производительности двукратного аппарата Бодо-дуплекс.

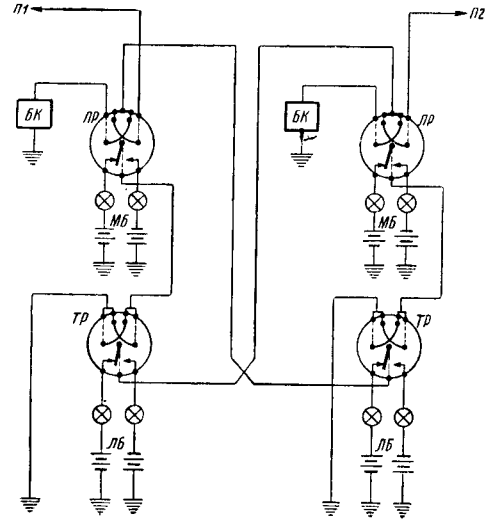
Недостатками аппарата являются: большая сложность и громоздкость и большее потребление энергии по сравнению с аппаратом СТ-35, применение трёхрядной кареткн, отсутствие трёх регистров и др.

ТЕЛЕГРАФНЫЕ ТРАНСЛЯЦИИ

Телеграфные трансляции применяют для увеличения дальности телеграфирования. На железнодорожном транспорте СССР в настоящее время пользуются двумя типами трансляций: а) простой дуплексной трансляцией и б) регенеративной трансляцией.

Простая дуплексная трансляция

Применение простых дуплексных трансляций позволяет увеличить дальность телеграфной передачи на расстояние до 2 000—2 500 *км*, а регенеративных трансляций—на расстояние, практически неограниченное.



Фиг. 54. Принципиальная схема простой дуплексной телеграфной трансляции

Телеграфные трансляции применяют для увеличения дальности телеграфированиия по цепям, оборудованным аппаратами Морзе, Бодо и стартстопными.

Таблица 61

Технические данные телеграфных трансляций

Система трансляции	Габариты в *мм*	Количество столов в комплекте	Площадь, требующаяся для установки, в $м^2$	Схема трансляции	Тип и количество питающих батарей
Простая дуплексная	1 500×1 000	1	1,5	Дуплексная	Две линейные, местная
Регенеративная вилочного типа . . .	1 250×820	1*	1,5	*	Две линейные, местная

* В два яруса.

Простая дуплексная трансляция (фиг. 54) в основном состоит из четырёх поляризованных реле и служит для увеличения дальности передачи по цепям, оборудованным аппаратами Бодо-дуплекс. Линейное реле *ЛР* каждой стороны при помощи местной батареи *МБ* управляет работой транслирующего реле *ТР* своей стороны, причём движения язычков *ЛР* и *ТР* каждой стороны согласованы. К контактам реле *ТР* подключена линейная батарея противоположной стороны. Таким образом, реле *ЛР* каждой стороны служит для приёма поступающих с провода этой стороны сигналов, а реле *ТР* для передачи этих сигналов от местного источника тока в провод другой стороны.

Комплект трансляции состоит в основном из четырёх унифицированных телеграфных реле, трёх миллиамперметров типа ВГ (двух линейных со шкалой 60—0—60 *ма* и одного для местных цепей со шкалой 30—0—30 *ма*); двух балансных контуров, двух ключей Морзе, двух клопферов, ондулятора и разных переключателей.

Технические данные о трансляции даны в табл. 61, а данные о потреблении тока — в табл. 62.

Таблица 62

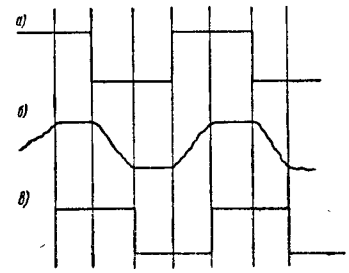
Потребление тока в цепях телеграфных трансляций

Тип трансляции и наименование цепей	Суточный расход тока в *а-ч*	Величина установившегося тока в *а*	Среднее значение тока в *а*
Простая дуплексная трансляция:			
линейная цепь (+) . .	0,45×2	0,025×2 0,075×2*	—
то же (—)	0,9×2	0,025×2 0,075×2*	—
местная цепь (+) . .	0,7	—	0,03
то же (—)	1,9	—	0,085
моторная	1,2	—	—
Регенеративная трансляция:			
линейная цепь (+) . .	0,7×2	0,045×2 0,1×2*	—
то же (—)	1,3×2	0,045×2 0,1 ×2*	—
местная цепь (+) . .	8,0	—	0,35
то же (—)	3,0	—	0,13
моторная и вибраторная цепи	20,0	—	0,90

* Первые числа при встречных одинаковых полюсах, вторые—при встречных разных полюсах.

Регенеративная трансляция

Регенеративная трансляция предназначена для восстановления посылок телеграфного тока как по величине, так и по форме (фиг. 55) в цепях, оборудованных аппаратами Бодо-дуплекс. Как видно из фиг. 55, принятые регенеративной трансляцией искажённые телеграфные посылки отправляются



Фиг. 55. Принцип восстановления телеграфных посылок регенеративной трансляции:

а—посылка, переданная передатчиком в линию; *б*—посылка, поступившая на регенеративную трансляцию; *в* — посылка, переданная регенеративной трансляцией в линию

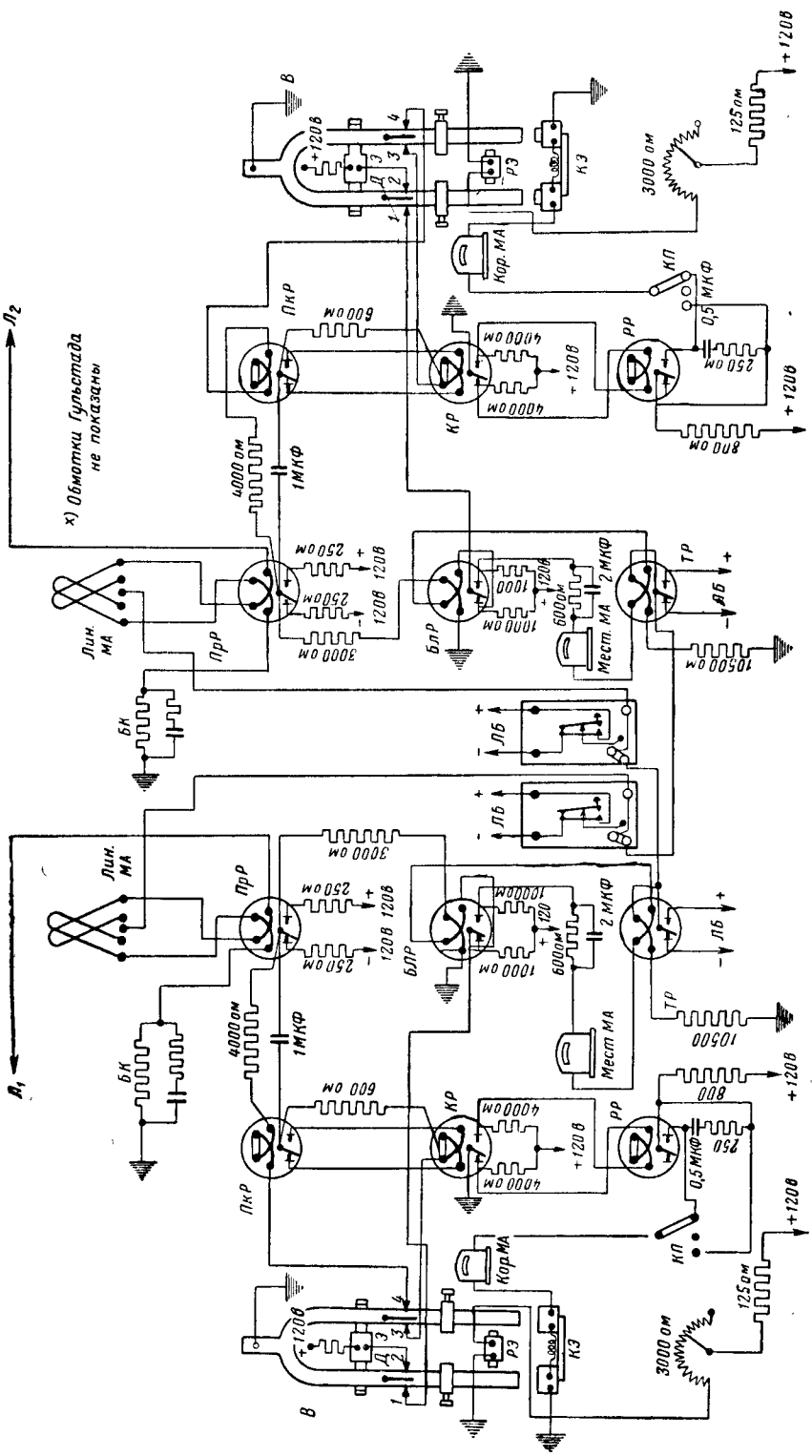
дальше в исправленном виде. Регенерация телеграфных посылок обеспечивается тем, что работа передающей цепи управляется вилочным вибратором. Регенеративная трансляция может исправить принятую посылку тока в том случае, если её искажение не превышает 45%.

Наибольший процент искажения входящей телеграфной посылки, которую может исправить регенератор, называется его исправительной способностью; последняя зависит от качества регулировки регенератора. Обычно регенеративные трансляции устанавливают на телеграфных связях через одну-две простых трансляции.

В настоящее время на железнодорожном транспорте СССР применяют вилочную регенеративную трансляцию (фиг. 56). Она представляет собой обычную дуплексную трансляцию, дополненную исправляющей схемой.

Каждая сторона трансляции в осиовном состоит из двух частей — приёмо-передающей и коррекционной.

В приёмо-передающую часть входят приёмное *ПрР*, блокирующее *БлР* и транслирующее *ТР* реле, а также вибратор *В*. К коррекционной цепи, кроме указаниых приёмного реле и вибратора, относятся



Фиг. 56. Принципиальная схема регенеративной трансляции

реле: переключающее *ПкР*, коррекционное *КР* и регулирующее *РР*. Всего в схеме трансляции имеется 12 унифицированных телеграфных реле. Остальные приборы, входящие в схему трансляции (миллиамперметры в количестве шести, балансные контуры, ключи Морзе, ондулятор и пр.), являются вспомогательными или контрольными. Все приборы и детали трансляции смонтированы на двух горизонтальных панелях и одной вертикальной.

Указания об обслуживании телеграфных трансляций и методах их регулирования приводятся в соответствующей литературе [27, 55, 68].

ТЕЛЕГРАФНЫЕ СВЯЗИ И ОСНОВЫ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Общие сведения

Телеграфная связь представляет собой комплексное соединение оконечной и промежуточной телеграфной аппаратуры, провода или канала и источников тока. Основное требование, предъявляемое к телеграфной связи, заключается в устойчивости действия связи.

Устойчивость работы телеграфной связи характеризуется диапазоном регулировки приёмного устройства, при котором ещё обеспечивается прнём без искажений.

Запас устойчивости связей при однополюсиом телеграфировании на аппаратах Морзе определяется диапазоном регулировки электромагнита аппарата при условии обеспечения удовлетворительного приёма и контроля передачи.

Запас устойчивости связей при однополюсном телеграфировании на аппаратах СТ-35 определяется диапазоном смещения фазоустановителя, при котором обеспечивается приём без искажений. При этом электромагиит должен иметь регулировку, обеспечивающую правильное воспроизведение входящих посылок тока.

Запас устойчивости связей при двухполюсиом телеграфировании на аппаратах СТ-35 или Бодо определяется: у первых — диапазоиом смещения фазоустановителя, а у вторых — диапазоном смещения коррекциоиого контакта (при приёме коррекции) или диапазоном смещения переднего диска по отношению к заднему (при даче коррекции) при обеспечении приёма без искажений.

Запас устойчивости связи представляет диапазон допустимого увеличения искажений от величины искажений, фактически поступающих с линии, до значения эффективной исправляющей способности аппарата и численно равен разности между эффективной исправляющей способностью аппарата (регенератора) и суммой искажений, поступающих с линии.

Телеграфные провода и каналы

На железнодорожном транспорте СССР для телеграфной связи применяют одиночные стальные провода, искусственные цепи, образованные на телефонных цветных и стальных цепях, каналы тонального телеграфирования, кабельные линии.

Стальные провода используют преимущественно диаметром 4 и 5 *мм*. Основными электрическими параметрами, определяющими качество провода как проводника для телеграфной связи, являются омическое сопротивление и сопротивление изоляции. Величины сопротивления стальных проводов, в том числе рекомендуемые для расчётов, приведены в табл. 63.

Таблица 63

Значения сопротивления стальных телеграфных проводов при постоянном токе

Диаметр провода в *мм*	Сопротивление нового провода в *ом/км* при		Рекомендуемая для расчёта величина сопротивления (с учётом 10% износа) в *ом/км*
	0 °С	20 °С	
4	10,00	11,00	12,1
5	6,40	7,01	7,8

Ёмкость C и индуктивность L стальных проводов практически мало зависят от диаметра. При расчётах рекомендуется принимать $C = 0{,}009$ *мкф/ом* и $L = 0{,}009$ *гн/км*.

Сопротивление изоляции одиночных стальиых проводов при расчётах следует принимать равным 2 *мгом·км*, что соответствует неблагоприятным атмосферным условиям.

Если в проводе имеются вставки провода другого диаметра или кабельные вставки, то их влияние учитывают определением эквивалентной длины провода, рассчитываемой по формуле

$$l_{экв} = \sqrt{\frac{R_{общ} C_{общ}}{RC}},$$

где $R_{общ}$ — общее сопротивление неоднородного провода в *ом* при $t = 20°C$;

$C_{общ}$ — общая ёмкость неоднородного провода в *мкф*, равная сумме ёмкостей отдельных участков провода;

R и C — километрическое сопротивление в *ом* и соответственно километрическая ёмкость в *мкф* основного провода.

Искусственные телеграфные цепи организуются как на стальных, так и на цветных телефонных цепях при помощи переходных трансформаторов со средними точками или диференциальных дросселей. Рекомендуемые для расчёта значения омического сопротивления и сопротивления изоляции искусственных цепей приведены в табл. 64.

Каналы тонального телеграфирования должны удовлетворять предъявляемым к ним требованиям, приведённым ниже, в главе «Тональное телеграфирование». Телефонные каналы, используемые для работы тоиального телеграфа, должны удовлетворять электрическим нормам дальней телефонной связи и, кроме того, отвечать особым требованиям, изложенным в той же главе.

Таблица 64

Значения омического сопротивления и сопротивления изоляции искусственных телеграфных цепей при постоянном токе

Материал проводов цепи	Диаметр проводов цепи в *мм*	Сопротивление искусственной цепи в *ом/км*	Сопротивление изоляции искусственной цепи в *мгом·км*
Сталь	4,0	6,0	1,0
»	5,0	3,9	1,0
Твёрдотянутая медь . .	3,0	1,26	1,0
То же	3,5	0,93	1,0
» »	4,0	0,71	1,0
Биметалл . .	4,0	1,61	1,0

Примечания. 1. Сопротивление переходных трансформаторов для обеих конечных станций может быть принято при расчётах равным 50 *ом*, а сопротивление дифференциальных дросселей — 150 *ом*.

2. Номинальная толщина медной оболочки биметалла $\Delta = 0{,}4$ *мм*.

Кабельные линии

Для телеграфирования используются кабели телеграфные, телеграфно-телефонные (с кордельной изоляцией и четвёрочной скруткой) и телефонные (для связей в пределах одного железнодорожного узла).

Марки и параметры однопроводных телеграфных кабелей приведены в табл. 65.

Таблица 65

Параметры однопроводных телеграфных кабелей при постоянном токе[1]

Марка кабеля	Диаметр жилы в *мм*	R в *ом/км*	C в *мкф/км*	L в *гн/км*	G в *мм/км*
СОГ, СДБ, СОП, СОК, СОА, СОБГ	1,0	23,4	0,2	0,001	$0{,}002 \cdot 10^{-6}$

[1] Телеграфный кабель с бумагомасляной изоляцией ёмкостью от 1 до 108 жил применяется для каблирования телеграфных связей на железнодорожных станциях и речных переходах.

Параметры кабелей с кордельной изоляцией приведены в главе «Теория связи по проводам», табл. 18, 19 и 20. В этих таблицах указаны величины рабочей ёмкости C между жилами одной пары при заземлении всех остальных жил. Для телеграфирования важное значение имеет ёмкость C_1 — одной жилы по отношению ко всем остальным, соединённым между собой и через оболочку кабеля с землёй. Величина ёмкости C_1 может быть определена по формуле

$$C_1 = 1{,}61 \cdot C.$$

Телеграфирование по стальным проводам и искусственным телеграфным цепям

Линейные напряжения для телеграфных аппаратов не должны превышать: для стальных одиночных проводов 120 *в* и для искусственных телеграфных цепей — 80 *в*.

Нормальные токи нажатия должны иметь значения:

а) для двукратных аппаратов Бодо-дуплекс и простых дуплексных трансляций, включённых в связь с двукратными аппаратами Бодо-дуплекс, а также для двукратных аппаратов Бодо-симплекс — 22 *ма*;

б) для трёхкратных аппаратов Бодо-дуплекс и простых дуплексных трансляций, включённых в связь с трёхкратными аппаратами Бодо-дуплекс, для регенеративных трансляций независимо от системы оконечных аппаратов, а также четырёхкратных аппаратов Бодо-симплекс — 25 *ма*;

в) для аппаратов СТ-35 без реле — 45 *ма*;

г) для дуплексных и полудуплексных схем стартстопных аппаратов с применением реле — 25 *ма* и для аппаратов Морзе и клопферов — 15—20 *ма*.

Величины допустимых токов помехи в зависимости от длины провода $l_в$ в километрах и длины кабельной вставки $l_к$ в километрах приведены в табл. 66.

Таблица 66

Допустимые величины токов помехи в *ма* в зависимости от длины провода $l_в$ в *км* и длины кабельной вставки $l_к$ в *км*

$l_к$ в *км* \ $l_в$ в *км*	300	400	500	600
0	2,0	3,0	4,0	5,0
5	3,5	4,0	5,0	6,0
10	6,0	6,5	7,0	8,0
15	8,0	8,5	9,0	10,0

Ориентировочные значения дальности непосредственной телеграфной передачи, т. е. расстояния между оконечными аппаратами без трансляций или между соседними трансляциями, приведены в табл. 67.

Таблица 67

Дальность непосредственной телеграфной передачи

Система аппаратов	Дальность телеграфной передачи в *км* при диаметре стального провода в *мм*	
	5	4
Аппарат Морзе или клопфер на постоянном токе . . .	300—400	300—400
Аппарат Морзе или клопфер на рабочем токе . . .	500	400
Аппарат СТ-35-симплекс без реле	200	200
Аппарат СТ-35-симплекс с реле	300	300
Аппарат СТ-35-дуплекс . .	400	320
Двукратный аппарат Бодо-симплекс	600	450
Двукратный аппарат Бодо-дуплекс	500	400
Трёхкратный аппарат Бодо-дуплекс	400	320
Четырёхкратный аппарат Бодо-симплекс	500	400

Примечания. 1. При неоднородных проводах пользование табл. 67 возможно после определения эквивалентной длины провода.

2. При конкретном размещении трансляций вдоль провода допустимо увеличение длины участка в пределах до 10%.

Дальность телеграфирования с применением простых дуплексных трансляций определяется следующим числом трансляционных участков: для двукратных аппаратов Бодо-дуплекс — 3—4, для трёхкратных аппаратов Бодо-дуплекс и аппаратов СТ-35-дуплекс — 2—3 и для четырёхкратных аппаратов Бодо-дуплекс 1—2. Большего увеличения дальности телеграфирования возможно достигнуть применением регенеративных трансляций или ретрансмиссий на связях с аппаратами Бодо и специальных регенеративных трансляций на связях со стартстопными аппаратами. Общая дальность телеграфирования по стальным проводам диаметром 5 *мм* при этом достигает: для двукратных и трёхкратных аппаратов Бодо-дуплекс — 10 000 *км*, для четырёхкратных аппаратов Бодо-дуплекс — 3 500 *км* и для аппаратов СТ-35-дуплекс (ориентировочно) — 2 000—3 000 *км*.

Расчёт линейных напряжений и величин входящих токов при существующих скоростях телеграфирования ведётся по формулам для установившегося постоянного тока:

$$I_0 = \frac{U}{Z_{вх} + R_1},$$

$$I_e = \frac{U}{Z_{пр}},$$

$$I_y = I_0 - I_e,$$

$$U_0 = U - I_0 R_1,$$

$$U_e = I_e R_2,$$

$$Z_{вх} = Z \frac{R_2 \operatorname{ch} \beta l + Z_c \operatorname{sh} \beta l}{R_2 \operatorname{sh} \beta l + Z_c \operatorname{ch} \beta l}$$

и

$$Z_{пр} = (R_1 + R_2) \operatorname{ch} \beta l + \left(Z + \frac{R_1 R_2}{Z} \right) \operatorname{sh} \beta l.$$

В этих формулах: U — напряжение батареи; U_0 — напряжение в начале провода; U_e — напряжение на конце провода; I_0 — величина исходящего тока; I_e — величина входящего тока; I_y — величина тока утечки, $Z_{вх}$ — входное сопротивление нагруженного на конце провода; $Z_{пр}$ — приведённое сопротивление провода; Z — волновое сопротивление провода; β — постоянная затухания провода; l — длина провода в *км*; R_1 — омическое сопротивление передатчика (вместе с реостатной лампой); R_2 — омическое сопротивление приёмника.

Величины Z и β при постоянном токе определяются по формулам:

$$Z = \sqrt{\frac{R}{G}} \; ом$$

и

$$\beta = \sqrt{RG} \; неп/км,$$

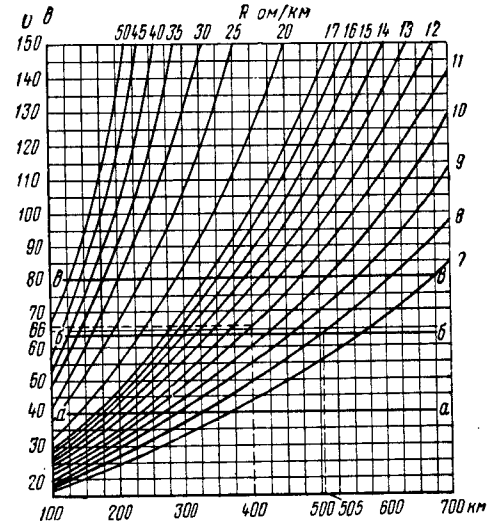
где R — сопротивление провода в *ом/км*;
G — проводимость изоляции провода в *сим/км*.

Расчёт линейного напряжения для связи небольшого протяжения (длиной до 100—150 *км*) может быть произведён по формуле

$$U = I_e (R_1 + R_2 + Rl).$$

Величины, входящие в эту формулу, имеют прежнее значение.

Необходимое напряжение линейных батарей может быть также определено по кривым, составленным П. К. Акульшиным. Эти кривые, представленные на фиг. 57, дают зависимость между напряжением батареи и длиной провода при различных значениях омического сопротивления стального провода при постоянном токе; три прямые линии, нанесённые на чертеже, соответствуют наиболее употребительным величинам входящих токов: *аа* — 40 *ма*, *бб* — 25 *ма* и *вв* — 20 *ма*. Сами же кривые дают напряжения, необходимые для получения входящего тока в 10 *ма*



Фиг. 57. Кривые для определения напряжения линейных батарей при стальных проводах

при сопротивлении изоляции провода в 2 *мгом.км*. При определении необходимого напряжения батареи сперва находят на оси абсцисс точку, соответствующую заданной длине провода, затем из этой точки восстанавливают перпендикуляр до пересечения с кривой, соответствующей заданному километрическому сопротивлению провода, и находят на оси ординат величину напряжения, достаточную для получения тока в 10 *ма*. Полученный результат надо умножить: при аппаратах Морзе—иа 1,5—2, при аппаратах Бодо — на 2—2,5 и при стартстопных аппаратах без реле — на 4—6. Например, требуется определить напряжение батареи, если $R = 11$ *ом/км*, $l = 450$ *км* и $I_e = 20$ *ма*. Из кривой для $R = 11$ *ом/км* находим, что $U = 76$ *в*; искомое напряжение батареи будет равно 2·76=152, или, с округлением, 160 *в*.

Построение кривой входящего тока может быть выполнено по способу, предложенному П. К. Акульшиным, или по другому любому способу из числа рассматриваемых в литературе [55].

Запас устойчивости телеграфной связи

$$\Delta\mu = \mu - (\delta_p + \delta_к)\ \%,$$

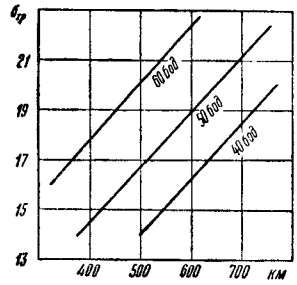
где $\Delta\mu$ — запас устойчивости связи в %;
μ — эффективная исправляющая способность аппарата в %;
δ_p — искажения телеграфной передачи на регенеративном участке в %;
$\delta_к$ — искажения, обусловленные ступенчатым корректированием, в % (учитываются при использовании аппаратов Бодо).

Эффективной исправляющей, или регенеративной способностью, телеграфного аппарата называется величина допустимых искажений сигналов, поступающих из линии, при которой ещё получается приём без искажения. Исправляющая способность выражается в процентах и составляет: для аппаратов Бодо и регенераторов — 30%, для стартстопных аппаратов — 25%.

Величина δ_p рассчитывается по формуле

$$\delta_p = \sqrt{\delta^2_{mp_1} + \delta^2_{mp_2} + \ldots + \delta^2_{mp_k}},$$

где δ_{mpk} — искажение телеграфной передачи на *k-ом* трансляционном участке; значения δ_{mp} находятся из кривых, представленных на фиг. 58.

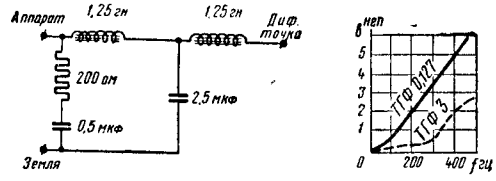


Фиг. 58. Кривые для определения искажения телеграфной передачи на трансляционном участке при стальных проводах

Величина $\delta_к$ определяется по формуле:

$$\delta_к = 3\sqrt{n}\ \%,$$

где n — число ступеней корректирования.



Фиг. 59. Схема фильтра ТГФ-0,127 и его кривая затухания

Для уменьшения влияния телеграфной передачи на телефонные цепи все телеграфные аппараты (кроме аппаратов Морзе и клопфера) и в первую очередь те, которые работают по искусственным телеграфным цепям, должны быть снабжены фильтрами нижних частот с частотой среза не более 127 *гц* (фильтр ТГФ-0,127). Временно допускается применение фильтров и других типов, например ТГФ-3. Схема фильтра ТГФ-0,127 и кривые затухания фильтров ТГФ-3 и ТГФ-0,127 приведены на фиг. 59.

Телеграфирование по каналам тонального телеграфирования

Для работы по каналам тонального телеграфирования должны применяться телеграфные аппараты с разделёнными приёмом и передачей или же два отдельных аппарата, из которых один используется для приёма, а второй для передачи. Линейные напряжения не должны превышать 80 *в*.

Требования к каналам тонального телеграфа и к используемым для их работы телефонным каналам даны ниже, на стр. 609.

Дальность телеграфирования по каналам тонального телеграфа в основном зависит от числа переприёмных пунктов, представляющих собой релейные трансляции. По каналам тонального телеграфа допускается не более двух переприёмов; при большем же числе переприёмов устанавливают на середине канала регенеративную трансляцию; при этом общая дальность телеграфирования может достигать 10 000 *км*.

Телеграфирование по кабельным линиям связи

Телеграфирование по магистральным телеграфно-телефонным кабелям четвёрочного типа с кордельной изоляцией может осуществляться или по методу тонального телеграфирования или импульсами постоянного тока. При тональном телеграфировании длина связи определяется так, как было указано выше. Телеграфирование импульсами постоянного тока по кабельной линии следует осуществлять по двухпроводным цепям при напряжении линейной батареи не свыше 80 *в*. Применение однопроводных цепей возможно на расстояния, не превышающие 120—150 *км* при допущении только одной такой связи в четвёрке и при напряжении линейной батареи, не превышающем 80 *в*.

Включение аппаратов Морзе и стартстопных телеграфных аппаратов в кабель рекомендуется осуществлять при помощи реле.

В железнодорожных узлах кабели можно применять для каблирования подходов к зданиям станций связи, воздушных линий связи и для осуществления связи телеграфной станции с другими телеграфными станциями данного пункта, а также с телеграфными абонентами. В первом случае обычно применяют телеграфно-телефонный кабель четвёрочного типа с кордельной изоляцией, жилы которого используются для включения телеграфных проводов по однопроводной системе; телеграфирование при этом осуществляется при нормальных напряжениях линейных батарей. Во втором случае связь с другими телеграфными станциями осуществляется по кабелям телеграфного типа или по телефонным кабелям. Связь с абонентами часто осуществляется по телефонным кабелям.

Телеграфные связи по телефонным кабелям должны осуществляться по двухпровод-

ной системе с заземлением второй жилы на телеграфной станции и при напряжении линейных батарей, не превышающем 80 *в*. При этих условиях дальность телеграфирования имеет значения, указанные в табл. 68.

Таблица 68

Дальность телеграфирования по телефонным кабелям

Тип телефонного кабеля	Диаметр жил в *мм*	Дальность телеграфирования по аппаратам СТ-35 в *км*
ТГ, ТБ и ТП	0,5	4
То же	0,7	8

При необходимости увеличения дальности передачи стартстопные аппараты включают через реле.

Нарастание входящего тока при телеграфировании по длинному кабелю, заземлённому на конце, сигналами продолжительностью менее 1 сек. определяют по формуле

$$i_e = \frac{2U}{R_0}\sqrt{\frac{R_0C_0}{\pi t}}\,e^{-\frac{R_0C_0}{4t}} \text{ в } a,$$

где U — напряжение батарей в *в*;

R_0 — общее сопротивление кабельной цепи в *ом*;

C_0 — общая ёмкость кабеля в *мкф*.

Практически ток начинает нарастать на приёмном конце через промежуток времени $t_0 = 0{,}03\ R_0C_0$ после посылки сигнала с передающей станции и успевает нарасти до 95% установившейся величины тока I через $12t_0 = 0{,}36\ R_0C_0$.

Для расчётов удобно продолжительность сигнала выражать через t_0, а величину входящего тока—в процентах от установившегося тока. В этом случае зависимость между продолжительностью сигнала и величиной входящего тока выражается данными, приведёнными в табл. 69.

Таблица 69

Зависимость между продолжительностью сигнала и величиной входящего тока при телеграфировании по кабелю

$\frac{t}{t_0}$	$\frac{i_e}{I}$ в %	$\frac{t}{t_0}$	$\frac{i_e}{I}$ в %	$\frac{t}{t_0}$	$\frac{i_e}{I}$ в %
1	0	4	41	8	80,5
2	10	5	55,6	9	86,6
3	25	6	67	10	89
3,7	35	7	76		

Местные цепи телеграфной аппаратуры

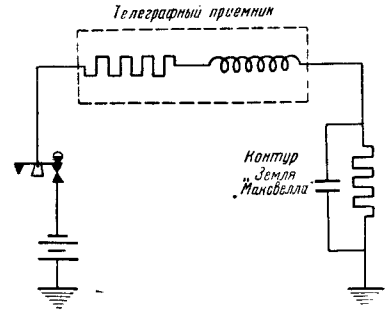
В схемах быстродействующих телеграфных аппаратов имеется большое количество так называемых местных цепей, питаемых от батарей с напряжениями 40, 80 или даже 120 *в*. Так как длительность телеграфных сигналов обычно мала, то для работы аппаратов большое значение имеют процессы изменения тока во времени в этих цепях.

При правильном расчёте местной цепи можно добиться более устойчивой работы телеграфных аппаратов и меньшего износа контактов.

Теория и расчёт местных цепей телеграфной аппаратуры достаточно подробно освещены в существующей литературе [27, 55].

При выборе того или иного режима работы местной цепи необходимо учитывать, что наибольшая амплитуда тока получается при колебательном, а затем при критическом процессе, причём момент времени, когда ток достигает наибольшего значения, наступает раньше, чем при апериодическом процессе.

При выборе колебательного процесса нужно иметь в виду обратную полуволну тока, отрицательное действие которой можно устранить своевременной отсечкой тока. Применение схемы земли Максвелла (фиг. 60) в ряде случаев может обеспечить значительное улучшение работы.



Фиг. 60. Схема земли Максвелла

ТОНАЛЬНОЕ ТЕЛЕГРАФИРОВАНИЕ

Общие сведения

Тональным телеграфированием называется телеграфирование переменным током тональной или звуковой частоты.

Использование тональных частот (300—2 600 *гц*) и применение относительно небольших мощностей для передачи сигналов позволят телеграфировать токами тональной частоты по телефонным каналам. Усилительные устройства последних при этом используют для усиления переменных телеграфных токов. В связи с этим для организации телеграфной связи по методу тонального телеграфирования, кроме собственно телеграфных аппаратов, требуются только оконечные установки тонального телеграфирования.

Тональное телеграфирование осуществляется по симплексной схеме. Двустороннюю телеграфную связь токами тональной частоты организуют, как правило, по двум симплексным телефонным каналам, для чего применяют или четырёхпроводные телефонные каналы тональной частоты или телефонные каналы высокой частоты.

В диапазоне частот, передаваемых по телефонным каналам, организуют в каждом направлении передачи 12—18 симплексных телеграфных каналов.

Тональное телеграфирование получило за относительно короткий срок значительное развитие. Это объясняется следующими преимуществами тонального телеграфирования:

а) высокой эффективностью использования линий связи вследствие организации на одной линии большого числа каналов связи;

б) относительно небольшой стоимостью одного канала тонального телеграфирования по сравнению со стоимостью телеграфного канала, организованного по способу телеграфирования импульсами постоянного тока;

в) сравнительно небольшой зависимостью искажений телеграфных сигналов от дальности связи;

г) простотой обслуживания и лёгкостью регулировки;

д) высокой манёвренностью вследствие возможности использования для осуществления телеграфной связи любого, отвечающего нормам, телефонного канала.

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ АППАРАТУРА ТОНАЛЬНОГО ТЕЛЕГРАФИРОВАНИЯ ТИПА ТТ-12/16

Аппаратура тонального телеграфирования типа ТТ-12/16 с частотной модуляцией предназначена для организации в каждом направлении 12 или 16 симплексных телеграфных каналов, занимающих полосу частот от 380 до 2 500 *гц* или соответственно от 380 до 3 220 *гц*.

В этой аппаратуре принят индекс модуляции $m = 1{,}8$ при скорости телеграфирования, равной 50 бод.

При использовании стартстопных аппаратов индекс модуляции $m = 2{,}0$, а скорость телеграфирования составляет 45 бод.

Передающая часть аппаратуры устроена таким образом, что в моменты времени, когда не происходит передачи сигналов, по каналу посылается ток с частотой f_0, определяемой в зависимости от номера N канала по формуле:

$$f_{ON} = 270 + 180N \text{ гц}.$$

При передаче плюсовой посылки тока частота тока, посылаемого по каналу, становится равной $f_2 > f_0$, а при передаче минусовой посылки тока частота тока, посылаемого по каналу, становится равной $f_1 < f_0$. При этом отклонение частоты

$$\Delta f = f_2 - f_0 = f_0 - f_1 = 45 \text{ гц}.$$

Фактическая ширина частотной полосы каждого канала составляет 140 *гц*, что является достаточным для передачи по каналам при скорости телеграфирования в 45 бод токов боковых частот вида $f_{ON} \pm 3 \cdot 22{,}5$ *гц*.

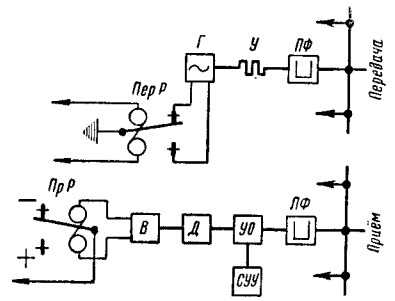
При большей скорости телеграфирования автоматически уменьшается величина индекса модуляции, а вместе с ней и ширина боковых полос, вследствие чего при соответствующей регулировке возможна удовлетворительная работа связи.

Приёмные устройства всех каналов практически не реагируют на изменения приёмного уровня в пределах 2,5 *неп* в сторону повышения и 1,5 *неп* в сторону понижения, что является большим преимуществом данной аппаратуры.

Защищённость каналов тонального телеграфа системы ТТ-12/16 от помех примерно в 3—4 раза выше, чем каналов с амплитудной модуляцией.

Аппаратура типа ТТ-12/16 рассчитана для работы по однополосным четырёхпроводным и по двухполосным двухпроводным телефонным каналам. Если полоса эффективно передаваемых частот по телефонному каналу составляет 300—2 600 (2 700) *гц*, то может быть организовано 12 телеграфных каналов; если же телефонный канал рассчитан для передачи полосы частот от 300 до 3 400 *гц*, то может быть организовано 16 телеграфных каналов.

Скелетная схема аппаратуры представлена на фиг. 61. Колебания соответствующей тональной частоты возбуждаются при помощи самостоятельного для каждого канала лампового генератора. При передаче сигналов в зависимости от положения якоря



Фиг. 61. Скелетная схема аппаратуры тонального телеграфа типа ТТ-12/16

передающего реле *ПерР* происходит изменение величин элементов колебательного контура генератора и вместе с тем его частоты. Когда якорь реле находится у одного контакта, частота колебаний равна f_1, а когда у другого, то f_2; наконец, в то время, когда якорь находится между контактами, частота колебаний равна f_0.

Колебания, выработанные генератором и модулированные при помощи передающего реле, через удлинитель *У* и полосовой фильтр *ПФ* поступают на общие шины передатчиков всех каналов установки.

Приёмная часть оборудования каждого канала состоит из полосового фильтра *ПФ*, трёхступенного усилителя-ограничителя *УО*, частотного детектора, или дискриминатора *Д*, амплитудного детектора, или выпрямителя *В*, приёмного реле *ПрР* и сигнализатора уменьшения уровня *СУУ*. Сигнализатор *СУУ* приходит в действие при уменьшении уровня входящего тока более чем на 2 *неп* и замыкает цепи сигнальной лампы и подмагничивающей обмотки приёмного реле (последнее предусмотрено для того, чтобы якорь реле оставался у минусового контакта). Возможна работа приёмного устройства и при уровне, пониженном более чем на 2 *неп*. В приёмном устройстве первого канала, кроме указанного сигнализатора уменьшения уровня, предусмотрено ещё устройство, фиксирующее колебания уровня входящего тока на $\pm 0{,}5$ *неп* или более.

Аппаратура работает на электронных лампах типа ТО-1, которых требуется по одной на

каждый передатчик и по три на каждый приёмник за исключением приёмника первого канала, для которого требуются четыре лампы. При 16 каналах всего требуется 65 ламп.

В состав оборудования оконечной станции типа ТТ-12/16 входят:

а) две стойки каналов (СК-1 и СК-2) на 6 каналов каждая,

б) одна стойка каналов (СК-3) на 4 канала,

в) стойки переходных телеграфных устройств (СТУ),

г) стойка измерителя искажений (СИИ),

д) стойка питания и управления (СПУ).

Стойки СТУ служат для преобразования однополюсной работы в двухполюсную и обратно. Через эту стойку в стойки каналов включаются телеграфные аппараты, работающие импульсами тока одного направления. Устройства, монтированные на стойке СТУ, обеспечивают посылку в сторону телеграфных аппаратов тока величиной от 4 до 80 *ма* при напряжении 80—120 *в*, что достаточно для работы стартстопных аппаратов.

Стойка СПУ рассчитана на три оконечные установки тонального телеграфа.

Все стойки имеют размеры: 2 500 (высота) × × 650 (ширина) *мм*.

Питание аппаратуры предусмотрено от сети переменного тока с напряжением 127—220 *в* с частотой 50 *гц*. Потребляемая мощность при 12 каналах составляет 430 *вт*, а при 16 каналах — 510 *вт*. Кроме того, стойка СИИ при работе требует 370 *вт*.

Вся описываемая ниже аппаратура тонального телеграфа является аппаратурой с амплитудной модуляцией.

Аппаратура тонального телеграфирования типа ВТ-34

Аппаратура тонального телеграфирования типа ВТ-34 предназначена для организации в каждом направлении передачи 18 симплексных телеграфных каналов, занимающих полосу частот от 380 до 2 500 *гц*. Несущие частоты каналов определяются по формуле

$$F_N = 300 + 120N \text{ гц},$$

где N — номер канала.

Ширина частотной полосы каждого канала составляет 80 *гц*, что позволяет телеграфировать со скоростью до 66 бодов.

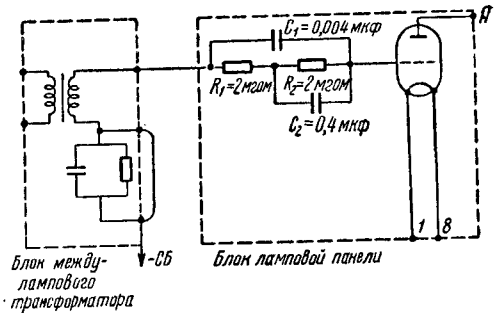
Уровень передачи на выходе аппаратуры для каждого канала устанавливается равным $-2{,}1 \pm 0{,}05$ *неп*.

Искажения телеграфных сигиалов при надлежащей регулировке оборудования, нормальном состоянии источников питания и телефонных каналов не превышают 10%, если телеграфирование (передача точек и текста) производится со скоростью до 50 бодов.

Приёмники каналов снабжены регуляторами усиления на 11 положений; цена деления регулятора составляет 0,1 *неп*

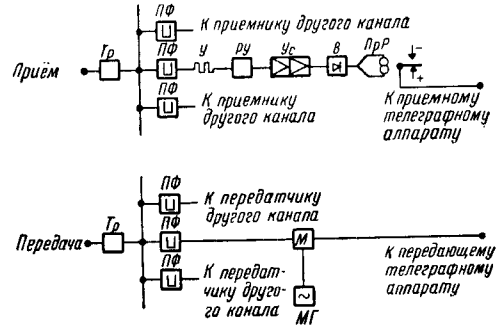
Выпрямленный ток в рабочей обмотке приёмного реле должен составлять нормально 4 *ма*. Для обеспечения постоянства этого тока в каждом приёмнике предусмотрено автоматическое ограничение уровня. Это устройство обеспечивает удовлетворнтельную работу аппаратуры лишь при изменениях приёмного уровня в пределах $\pm$ (0,2÷0,3) *неп*, что позволяет применять её только на линиях с высокой стабильностью остаточиого затухания. При замене схемы автоматического ограничения уровня схемой, представленной на фиг. 62, этот иедостаток устраняется.

Аппаратура типа ВТ-34 приспособлена для работы по однополосным четырёхпроводным или двухполосным двухпроводным телефонным каналам.



Фиг. 62. Модернизированная схема ограничения усиления

Скелетная схема аппаратуры показана на фиг. 63. В аппаратуре ранних выпусков в качестве модулятора применялось телеграфное реле; с 1941 г. в этой аппаратуре вместо электромеханических реле применяются купроксные реле. Величина тока, поступающего в модулятор с купроксным реле, не должна превышать 20 ± 5 *ма*.



Фиг. 63. Скелетная схема аппаратуры тонального телеграфа типа ВТ-34

Токи несущей частоты в аппаратуре типа ВТ-34 получаются от машинного генератора, мощность которого достаточна для питания несущими частотами шести полных оконечных станций или 108 каналов тонального телеграфирования.

Аппаратура работает на электронных лампах типа Са (по две лампы на каждый приёмник). При 18 каналах всего требуется 36 ламп.

В состав оборудования оконечной станции входят:

а) три стойки каналов размерами 2 370 × × 540 *мм* каждая; на каждой стойке установлено индивидуальное оборудование для шести дуплексных телеграфных каналов;

б) стойка автоматической регулировки иапряжения (САРН), размерами 2 370 × × 540 *мм*. Эта стойка рассчитана на обслуживание аппаратуры 600 каналов тонального телеграфа;

в) стойка машинных генераторов размерами 2 370 × 800 *мм*, на которой установлены два генератора — рабочий и резервный с моторами постоянного тока.

Питание аппаратуры осуществляется от источников постоянного тока, характеристики которых указаны в табл. 70.

Таблица 70

Характеристики источников тока, необходимых для питания аппаратуры типа ВТ-34

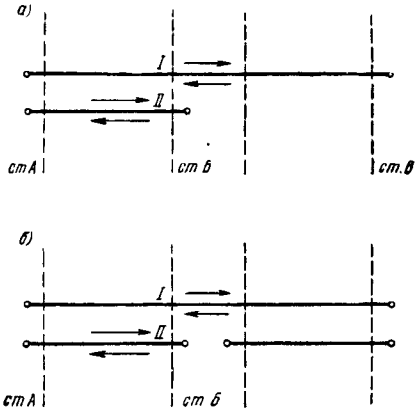
Назначение источника электропитания	Напряжение в *в*	Потребление тока в *а* (для 18 каналов)
Питание цепей накала	12	Около 20,0
То же анодных . . .	220	0,36
» » цепей смещения	40	—
То же телеграфных	±60	0,36–0,45
» » моторных . .	60	5,0

Кроме того, к аппаратуре для испытательных целей должен быть подведён переменный ток с напряжением 60 *в* и частотой 25 *гц*.

Аппаратура типа ВТ-34 может быть использована для организации связи:

а) по обычной схеме, когда обмен между двумя пунктами осуществляется одновременно по 18 каналам (в прямом и обратном направлениях передачи);

б) по ступенчатой схеме, которая применяется в тех случаях, когда нет надобности работать между оконечными станциями по 18 каналам, а требуется выделение части каналов в промежуточном пункте.



Фиг. 64. Схемы ступенчатой связи при помощи аппаратуры тонального телеграфа типа ВТ-34: *а*—односторонняя; *б*—двусторонняя

В этом случае рабочая полоса частот аппаратуры с помощью делительных фильтров разделяется на две части; одна из них используется для связи между оконечными пунктами, а другая — для связи с промежуточным пунктом (фиг. 64).

К недостаткам ступенчатой схемы связи относятся:

а) отсутствие возможности перераспределения группы частот;

б) усложнение оборудования и обслуживания его.

При дуплексной работе передача телеграфных сигналов от телеграфного аппарата на аппаратуру тонального телеграфа осуществляется по одной жиле кабеля, а приём — по другой жиле кабеля. Обратным проводом служит земля.

Аппаратура тонального телеграфирования типа ВТР

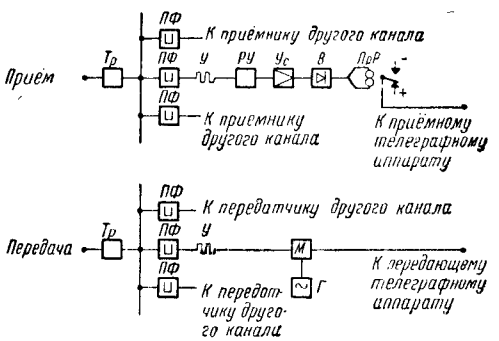
Аппаратура тонального телеграфирования типа ВТР служит для образования в каждом направлении передачи 18 симплексных телеграфных каналов, занимающих полосу частот от 380 до 2 500 *гц*. Несущие частоты каналов определяются по формуле

$$F = 300 + 120N \text{ гц},$$

где N — номер канала.

Ширина частотной полосы каждого канала составляет 80 *гц*, что позволяет работать по каналам со скоростью до 66 бодов.

Уровень передачи каждого канала тонального телеграфирования на выходе аппаратуры должен быть равен—2,3 *неп*. Уровень приёма каждого канала на входе регулятора усиления приёмной части аппаратуры должен составлять—3,0 *неп*. В качестве регулятора усиления используется удлинитель с затуханием в 1,5 *неп*, включённый на входе приёмной части. Затухание этого удлинителя регулируется (посредством перепаек) ступенями по 0,1 *неп*.



Фиг. 65. Скелетная схема аппаратуры тонального телеграфа типа ВТР

В приёмной части аппаратуры типа ВТР предусмотрено устройство для автоматической регулировки уровня, обеспечивающее нормальную работу аппаратуры при изменении приёмного уровня в пределах ±0,75 *неп*.

Аппаратура типа ВТР предназначена для работы по однополосным четырёхпроводным или двухполосным двухпроводным телефонным каналам.

Скелетная схема аппаратуры представлена на фиг. 65.

Регулировка уровней передачи на выходе аппаратуры осуществляется изменением затухания двух удлинителей с общим затуханием в 4,9 *неп*, включённых в передающей части каждого канала. Несущие частоты получаются от отдельных для каждого канала ламповых генераторов.

Аппаратура работает на электронных лампах типа Bi, которых требуется по одной на каждый передатчик и по две на каждый приёмник.

Всего для 18 каналов в каждом оконечном пункте требуется 54 лампы типа Bi.

Оборудование каждой оконечной установки состоит из трёх стоек (оборудование более ранних выпусков монтировалось на четырёх стойках) размерами 2 370 × 540 *мм* каждая. На первой стойке смонтировано оборудование 1—6-го каналов с несущими частотами от 420 до 1 020 *гц*, на второй — 7 — 12-го каналов с несущими частотами от 1 140 до 1 740 *гц* и на третьей—13—18-го каналов с несущими частотами от 1 860 до 2 460 *гц*.

На стойках, кроме основного оборудования каналов, монтируют сигнальные реле и лампы оптической сигнализации, переговорно-вызывное устройство, устройство блока электропитания и другие детали.

Электропитание аппаратуры производится от сети переменного тока напряжением 220 *в* и частотой 42—60 *гц*. Общее потребление переменного тока составляет на каждую стойку 1,5 *вт*.

Постоянные напряжения для питания анодных и сеточных цепей, а также для питания линейных цепей телеграфных аппаратов, включённых в аппаратуру типа ВТР, получаются при помощи выпрямителей блока электропитания.

Питание накала ламп производится непосредственно от сети переменного тока через понижающий трансформатор.

Для целей испытания (посылки точек) к аппаратуре подводится переменный ток с напряжением 60 *в* и частотой 25 *гц*. Питание цепей сигнализации осуществляется от внешнего источника постоянного тока напряжением 24 *в*.

При условии некоторого изменения схемы электропитания аппаратура типа ВТР может быть переведена на питание постоянным током.

При работе аппаратуры типа ВТР по телефонным каналам высокой частоты необходимо следить за тем, чтобы:

а) расхождение несущих частот, питающих преобразователи передачи и приёма телефонного канала высокой частоты, не превышало 4 *гц* для переприёмного участка тонального телеграфирования;

б) уровень помех, измеренный на выходе каждого приёмного фильтра тонального телеграфа, не превышал — 6 *неп*.

Аппаратура тонального телеграфирования шкафного типа

Эта аппаратура рассчитана для образования в каждом направлении передачи 12 симплексных телеграфных каналов, занимающих полосу частот 300—2 400 *гц*. Несущие частоты каналов:

$$F_N = 255 + 170N \text{ гц},$$

где N — номер канала.

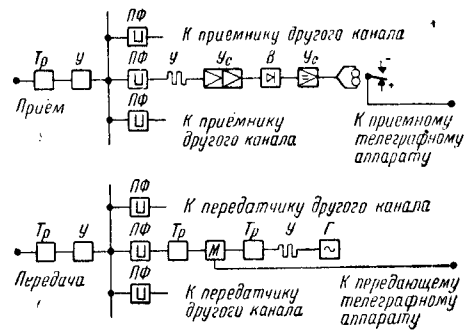
Ширина каждого канала составляет 100 *гц*, что позволяет телеграфировать по каналам со скоростью до 80 бодов.

Уровень передачи на выходе полосных фильтров передающей части установки тонального телеграфа шкафного типа максимально составляет —0,29 *неп* (—2,5 *дб*). Этот уровень можно снизить включением линейного удлинителя, затухание которого можно регулировать (с помощью перепаек) в пределах от 0 до 2,18 *неп* (19 *дб*) ступенями по 0,115 *неп* (1 *дб*).

Уровень передачи на входе полосного фильтра приёмной части каждого канала нормально должен составлять — 2,5 *неп* (—21,5 *дб*). При необходимости понижения уровня приёма в приёмной части может быть включён удлинитель с затуханием в 1,15 *неп* (10 *дб*).

Затухание линейных переходных трансформаторов составляет около 0,058 *неп* (0,5 *дб*).

В приёмной части каждого канала предусмотрено устройство для автоматической регулировки усиления в пределах ±0,58 *неп* (± 5 *дб*).



Фиг. 66. Скелетная схема аппаратуры тонального телеграфа шкафного типа

Аппаратура шкафного типа предназначена для работы по однополосным четырёхпроводным или двухполосным двухпроводным телефонным каналам. Скелетная схема аппаратуры представлена на фиг. 66. Несущие частоты получаются от самостоятельных для каждого канала ламповых генераторов.

В аппаратуре применены электронные лампы типа 6Ж-8 и тиратроны типа 394А. На каждую группу из шести каналов первых требуется 30 шт., а вторых 6 шт. Детали аппаратуры смонтированы в четырёх шкафах размерами 2 134 × 565 × 432 *мм*. В каждом шкафу размещено оборудование трёх каналов тонального телеграфа. Оборудование 1—6-го и 7—12-го каналов представляет собой самостоятельные комплекты, которые могут быть использованы как совместно, так и раздельно. В шкафах, кроме основного оборудования, смонтированы коммутационные гнёзда, сигнальные реле и лампы, контрольные и измерительные приборы, панели запасных частей (только в первом и третьем шкафах), устройства для электропитания от сети переменного тока.

Сеть переменного тока, используемая для электропитания аппаратуры, может иметь напряжение 103—128 или 207—253 *в* и частоту 50—60 *гц*.

Мощность, потребляемая полной установкой на 12 каналов, составляет 1 400 *вт*.

Питание цепей накала электронных ламп осуществляется переменным током через трансформатор, понижающий напряжение до 6,6 *в*. Напряжения постоянного тока для питания анодных цепей, а также линейных цепей телеграфных аппаратов, включённых в аппаратуру тонального телеграфа, получаются при помощи тиратронных выпрямителей, входящих в оборудование электропитания.

Аппаратура тонального телеграфирования шкафного типа допускает следующие способы телеграфирования: двухполюсное дуплексное телеграфирование; двухполюсное симплексное телеграфирование; однополюсное дуплексное телеграфирование или с использованием отрицательного или положительного полюса батарей установки тонального телеграфирования или с заземлением у телеграфного аппарата; однополюсное симплексное телеграфирование или с использованием отрнцательного или положительного полюса и батареи установки тонального телеграфирования или с заземлением у телеграфного аппарата.

При телеграфировании с помощью аппаратуры шкафного типа по телефонным каналам высокой частоты необходимо учитывать, что:

1) расхождение несущих частот, питающих преобразователи передачи и приёма телефонного канала, может доходить до 25 *гц*;

2) резкие изменения уровня передачи отрицательно сказываются на качестве передачи по каналам тонального телеграфирования вследствие большой продолжительности неустановившегося состояния искажений передаваемых сигналов; вследствие этого при работе по воздушным линиям необходимо обращать особое внимание на устранение причин, вызывающих кратковременные и мгновенные изменения уровня передачи;

3) число переприёмов по каналам тонального телеграфирования, осуществляемых без применения регенеративных трансляций, может доходить до четырёх.

К недостаткам аппаратуры тонального телеграфирования шкафного типа, кроме указанной выше зависимости от изменений уровня передачи, относятся ещё сложность коммутации местных телеграфных цепей и малый срок службы тиратронов типа 394А.

Основные условия организации каналов тонального телеграфа и нормы передачи

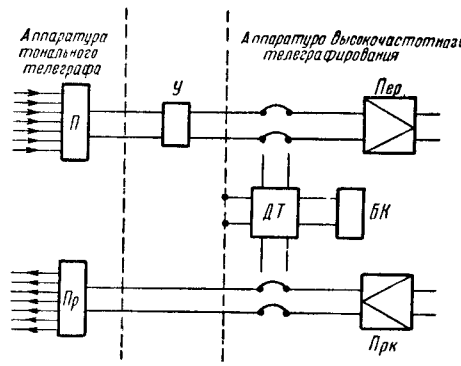
На железнодорожном транспорте СССР тональное телеграфирование организуется в основном по телефонным каналам высокой частоты.

Для работы тонального телеграфа могут быть использованы телефонные каналы высокой частоты, образованные при помощи аппаратуры высокочастотного телефонирования всех типов за исключением аппаратуры типа СМТ-34.

Аппаратуру типа СМТ-34 не применяют для тонального телеграфирования вследствие отсутствия в ней автоматической регулировки усиления, слишком крупных ступеней регулировки ручных регуляторов усиления и большой чувствительности телефонных каналов, образованных при помощи этой аппаратуры, к помехам.

Включение аппаратуры тонального телеграфа в аппаратуру высокочастотного телефонирования производится по схеме, представленной на фиг. 67. Диференциальные системы в конечных пунктах телефонного канала выключаются.

Передающая и приёмная части аппаратуры тонального телеграфа присоединяются через удлинители, служащие для установки правильных величин уровней передачи, соответственно к модулятору и демодулятору телефонного канала.



Фиг. 67. Схема включения аппаратуры тонального телеграфа в аппаратуру высокочастотного телефонирования

В целях обеспечения наибольшей устойчивости работы тонального телеграфа рекомендуется выбирать для его работы телефонный канал высокой частоты, рабочая полоса частот которого ближе расположена к частоте контрольного канала.

В групповых системах высокочастотного телефонирования для устранения влияния телефонной передачи на работу каналов тонального телеграфа на оконечных станциях высокочастотного телефонирования на входе модуляторов всех телефонных каналов, кроме используемых для тонального телефонирования, должны быть включены ограничители амплитуд.

Устройства тонального вызова, если они включены в четырёхпроводную часть телефонных каналов, занимаемых для тонального телеграфирования, и эхозаградители следует выключать.

Количество переприёмных участков высокочастотного телефонирования в пределах каждого переприёмного участка тонального телеграфирования не должно превышать трёх.

Телефонные каналы высокой частоты, используемые для работы тонального телеграфа, должны удовлетворять следующим основным электрическим нормам.

Остаточное затухание симплексного телефонного канала высокой частоты, измеренное при частоте 800 *гц*, должно быть равно $0 \pm 0{,}2$ *неп*.

Отклонения остаточного затухания Δb_r симплексного телефонного канала высокой частоты при всех частотах передаваемого спектра частот от величины остаточного затухания при частоте 800 *гц* не должны превышать следующих величин:

Диапазон частот в *гц*	Отклонение остаточного затухания в *неп*
350— 400	±0,5
400— 600	±0,3
600—1 200	±0,2
1 200—1 600	±0,3
1 600—2 400	±0,5
2 400—2 500	±0,6

В то же время остаточные затухания для двух любых несущих частот, имеющих интервал в 120 *гц*, не должны отличаться более чем на 0,15 *неп*.

Мгновенные изменения остаточного затухания симплексного телефонного канала высокой частоты не должны превышать 0,05 *неп*, а плавные изменения не должны превосходить скорости, превышающей 0,1 *неп* в секунду.

Наибольшие плавные изменения во времени остаточного затухания симплексного канала высокой частоты, используемого для тонального телеграфирования, во всём диапазоне частот не должны превышать $\pm(0{,}2 \div 0{,}3)$ *неп*.

Остаточное затухание симплексного канала высокой частоты, измеренное между точками включения аппаратуры тонального телеграфа в зависимости от уровня передачи при любой частоте не должно изменяться более чем на $\pm$ 0,05 *неп* при изменении уровня на входе от p_0 *неп* до $P_N = p_0 + \ln N$, где p_0 — уровень передачи в каждом канале тонального телеграфа, а N — число каналов тонального телеграфа. Обычно $p_0 = -2{,}1$ *неп*.

Расхождение несущих частот генераторов модулятора и демодулятора симплексного канала высокой частоты не должно превышать 2 *гц* (если это не оговорено особо).

Уровень несущей частоты каждого канала тонального телеграфа на выходе оконечной аппаратуры тонального телеграфирования должен быть равен $-2{,}1 \pm 0{,}1$ *неп*.

Суммарный уровень p_c от всех каналов тонального телеграфа, подводимый к симплексному телефонному каналу высокой частоты, используемому для работы тонального телеграфа, не должен превосходить величины

$$p_c \leqslant p_{mф} + 0{,}8 \text{ неп},$$

где $p_{mф}$ — уровень телефонных токов, нормально допускаемый в данном канале высокой частоты в точках включения аппаратуры тонального телеграфа при подаче на вход аппаратуры высокой частоты тока с частотой 800 *гц* и с нулевым уровнем.

Уровень передачи одного канала тонального телеграфа, подводимый к телефонному каналу высокой частоты, не должен превосходить величины

$$p_{mч} = p_c - \ln N,$$

где N — число каналов тонального телеграфа.

Снижение уровня до требуемой величины производится включением удлинителя с соответствующим затуханием.

Разность между наименьшим уровнем приёма и уровнем помех, измеренным на выходе фильтра приёма в испытуемом канале тонального телеграфирования при передаче токов несущих частот по всем остальным каналам, кроме испытываемого, не должна быть меньше 3,0 *неп* как при нормальном, так и при повышенном на 0,6 *неп* остаточном затухании канала высокой частоты при частоте 800 *гц*.

Измерение уровня помех на выходе приёмного фильтра канала тонального телеграфа рекомендуется производить при следующих условиях:

когда в противоположной станции на вход модулятора канала высокой частоты вместо установки тонального телеграфа включено сопротивление в 600 *ом*; в этом случае измеренный уровень помех определяется помехами, существующими в канале высокой частоты;

когда на противоположной станции на вход модулятора канала высокой частоты включена установка тонального телеграфа, но по всем каналам тонального телеграфа посылается интервал; в этом случае может получиться увеличение помех за счёт недостаточно хорошей изоляции токов несущих частот в передающих реле аппаратуры тонального телеграфа;

когда на противоположной станции на вход модулятора канала высокой частоты включена установка тонального телеграфа и по всем её каналам, кроме испытываемого, даётся нажатие; в этом случае может получиться увеличение уровня помех главным образом вследствие нелинейных искажений в телефонном канале высокой частоты.

Искажения телеграфных сигналов в каналах тонального телеграфирования при передаче точек и текста не должны превышать: в прямых каналах тонального телеграфирования (без переприёма по каналам тонального телеграфа) — 10%, в транзитных каналах с одним переприёмом — 19%, в транзитных каналах с двумя переприёмами и более — 28%.

Количество переприёмов в каналах тонального телеграфа, осуществляемых без применения регенеративных трансляций, не должно превышать двух.

Более подробно об искажениях телеграфных каналов при тональном телеграфировании см. в специальной литературе [48].

При проектировании каналов тонального телеграфирования устанавливают, удовлетворяют ли намеченная к применению аппаратура тонального телеграфирования и телефонные каналы высокой частоты приведённым выше требованиям. В первую очередь это относится к амплитудной характеристике канала высокой частоты и к колебаниям его остаточного затухания. С характеристикой связан выбор удлинителя, включаемого на передаю-

щем конце между аппаратурой тонального телеграфа и входом симплексного канала высокой частоты, а с колебаниями—размещение пунктов переприёма по тональному телеграфу и требования, предъявляемые к приборам автоматической регулировки уровня в аппарате высокочастотного телефонирования.

АБОНЕНТСКАЯ ТЕЛЕГРАФНАЯ СВЯЗЬ

Общие сведения

Под абонентским телеграфированием понимают такую систему телеграфной связи, которая позволяет двум абонентам установить непосредственную телеграфную связь друг с другом подобно абонентам телефонных сетей. Абонентскую телеграфную связь на железнодорожном транспорте СССР применяют для обеспечения непосредственных телеграфных сношений между руководящими и оперативными работниками железнодорожного транспорта по различным служебно-оперативным, административно-хозяйственным и техническим вопросам, требующим документального оформления.

По сравнению с обычной телеграфной связью абонентская телеграфная связь обладает следующими преимуществами:

а) известия от абонента к абоненту передаются немедленно, так как исключаются операции по отправке телеграммы на телеграфную станцию и по доставке телеграммы адресату;

б) повышается точность принимаемого известия, так как при абонентском телеграфировании уменьшается число лиц, участвующих в передаче известия;

в) получается экономия в штате телеграфистов.

По сравнению с телефонной связью абонентская телеграфная связь имеет следующие преимущества:

а) исключается возможность ошибок, возникающих при устной передаче сообщений, особенно при передаче чисел, терминов и т. п.;

б) обе стороны, т. е. передающий и принимающий абоненты, получают одинаковую запись передаваемого текста, остающегося в качестве документа.

При абонентском телеграфировании телеграфная связь осуществляется преимущественно по симплексной или полудуплексной схемам однополюсного или двухполюсного тока.

Если абонентская телеграфная связь осуществляется только в пределах одного пункта, то передача производится постоянным током по специальным соединительным линиям или переменным током по линиям местной телефонной сети

Дальняя абонентская телеграфная связь осуществляется постоянным током по телеграфным цепям обычного типа или переменным током по каналам тонального телеграфирования или по телефонным каналам с помощью аппаратуры частотного телеграфирования; в последнем случае или используется вся рабочая полоса частот телефонного канала или часть её, так что в этом случае возможно одновременное осуществление как телефонной, так и телеграфной передачи.

На железнодорожном транспорте СССР получила распространение система дальней абонентской телеграфной связи с использованием преимущественно каналов тонального телеграфирования.

Сеть абонентской телеграфной связи такого типа состоит из абонентских установок, центральных станций абонентского телеграфа и соединяющих их телеграфных линий — местных и дальних.

Абонентские установки состоят из стартстопного телеграфного аппарата с вызывным устройством. Телеграфный аппарат служит для приёма и передачи корреспонденции, а вызывное устройство — для передачи и приёма вызывных сигналов и посылки отбойного сигнала на коммутатор, а также для включения и выключения телеграфного аппарата. В качестве телеграфного аппарата применяют стартстопный аппарат типа СТ-35.

Центральная станция абонентского телеграфа состоит в основном из коммутаторов, вводнораспределительных и токораспределительных устройств. Она предназначается для соединения аппаратов абонентов между собой и с дальними телеграфными линиями, а также для питания телеграфных абонентских установок — пуска и остановки абонентских телеграфных аппаратов.

Абонентские дальние телеграфные линии. Аппараты местных абонентов присоединяются к коммутатору с помощью двухпроводных линий и включаются в него по схеме, обеспечивающей телеграфную работу импульсами постоянного тока одного направления. Электропитание к аппаратам абонентов подаётся непосредственно от коммутатора (при напряжении 120 *в*).

Дальние телеграфные линии, например каналы тонального телеграфа, включаются в коммутатор по схеме, обеспечивающей телеграфную работу токами двух направлений.

Коммутаторы, устанавливаемые на центральных станциях абонентского телеграфа, могут быть ручного обслуживания или автоматические.

На железнодорожном транспорте в основном применяют ручные коммутаторы. Эти коммутаторы, кроме своего прямого назначения допускают:

а) осуществление циркулярной передачи,

б) лёгкое расширение станции,

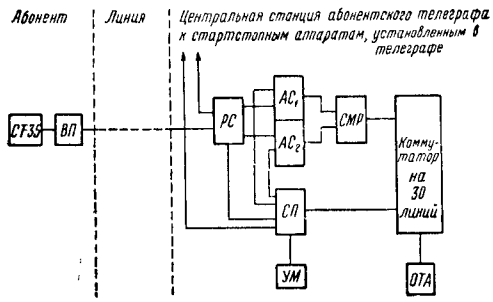
в) установление соединений абонентов с дальними телеграфными линиями в порядке очереди.

Ёмкость центральных станций абонентского телеграфа составляет 5, 20, 30, 80, 90 и 160 линий. На железнодорожном транспорте СССР применяются в основном станции на 30 линий.

Абонентская телеграфная станция ручного обслуживания ёмкостью на 30 линий состоит из коммутатора типа Т1 с 80—90 гнёздами, двух абонентских стоек *АС* на 15 абонентских линий каждая, распределительной стойки *РС*, стойки многократного распределения *СМР*, стойки питания *СП*, умформера и опросного аппарата типа СТ-35.

Скелетная схема включения приборов станции показана на фиг. 68.

Соединения аппаратов абонентов друг с другом и дальними линиями осуществляются с помощью шнуровых пар.



Фиг. 68. Скелетная схема включения приборов центральной станции абонентского телеграфа

Возможные варианты организации абонентской телеграфной связи показаны на фиг. 69. При необходимости увеличения ёмкости станции свыше 30 линий дополнительно устанавливают один или два коммутатора того же типа и соответствующее число абонентских стоек.

Коммутатор состоит из деревянного корпуса размерами 1 285 (высота) × 450 (ширина) × 750 (глубина) *мм*, в котором смонтированы гребёнки для включения линий, рамки с вызывными лампочками абонентских гнёзд, опросно-вызывные ключи, устройства для циркулярной передачи с возможностью одновременного подключения пяти абонентов, телефонные реле, восемь соединительных шнуровых пар со штепселями и пять дополнительных шнуровых пар со штепселями красного цвета для циркулярного включения.

Распределительная стойка размерами 1 500 × 508 × 450 *мм* предназначена для включения абонентских линий тонального телеграфа на станцию и передачи их на абонентские стойки, а также для испытания линий. На стойке смонтированы кроссировочные гребёнки и измерительные приборы.

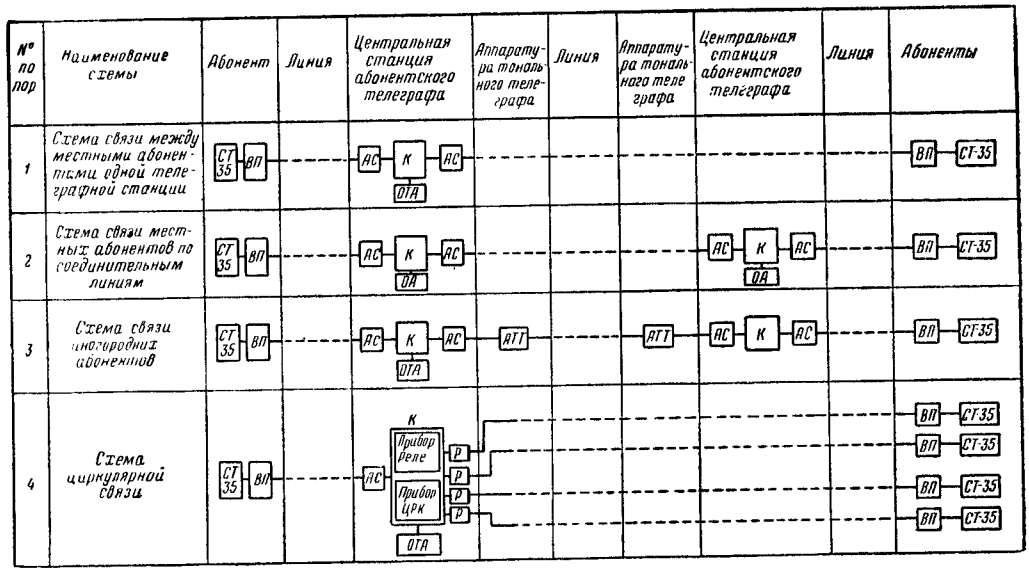
Абонентская стойка *АС* размерами 1 500 × × 508 × 450 *мм* имеет 15 абонентских панелей, на каждой из которых смонтированы два телеграфных (передающее и приёмное) и три телефонных реле.

На абонентской стойке преобразуются однополюсные телеграфные посылки, поступающие от абонента, в двухполюсные посылки, передаваемые затем на коммутатор, и наоборот. С помощью перепайки перемычек на гребёнке абонентская панель может быть приспособлена или для однополюсной работы с местным абонентом или для двухполюсной работы с иногородним абонентом по каналу тонального телеграфа.

Стойка многократного распределения размерами 1 560 × 508 × 450 *мм* служит для обеспечения многократного включения линий в коммутаторы.

При необходимости осуществления циркулярных передач на станции абонентского телеграфа устанавливается дополнительная стойка циркулярной связи, состоящая из пяти абонентских панелей и нескольких панелей с реле для организации пяти циркулярных связей. Размеры стойки 1 500 × × 508 × 450 *мм*.

Стойка питания размерами 1 500 × 508 × × 450 *мм* служит для питания линейных и местных цепей станции абонентского телеграфа ёмкостью 30 линий. Постоянный ток для питания линейных и местных цепей получается от селеновых выпрямителей, установленных на стойке питания. Электроснабжение осуществляется от сети переменного тока напряжением 110 — 125 *в* или 220—240 *в* и частотой 50 *гц*. Выпрямители, установленные на стойке питания, дают напряжение ± 60 *в* для питания линейных цепей и 60 *в*



Фиг. 69. Варианты организации абонентской телеграфной связи

для питания местных цепей. Общая мощность постоянного тока, получаемого от выпрямителей, составляет на каждый полюс 210 *вт*. Выпрямители стойки конструктивно оформлены в виде трёх выпрямительных секций с автотрансформаторами, позволяющими изменять напряжение переменного тока, и реостатами, служащими для регулировки напряжения постоянного тока. Электропитание центральных станций абонентского телеграфа большой ёмкости осуществляется от нескольких стоек питания или от машинных агрегатов.

Расход тока в линейной цепи составляет 40 *ма*. Общий суточный расход тока в линейных цепях станции ёмкостью 30 линий доходит до 20 *а-ч* при наибольшем разрядном токе, равном 1,5 *а*. Общий суточный расход тока в местных цепях станции той же ёмкости составляет около 70 *а-ч* при максимальном разрядном токе 6 *а*.

Питание линейных и местных цепей абонентской станции осуществляется постоянным током, который подаётся от селеновых выпрямителей на стойки питания центральной станции абонентского телеграфа.

Питание моторов опросных телеграфных аппаратов, установленных на центральной станции абонентского телеграфа, и абонентских телеграфных аппаратов осуществляется от городской сети переменного тока. Включение и выключение мотора абонентского аппарата производятся автоматически с помощью реле вызывного прибора.

Советские инженеры В. И. Григорьев, М. Ж. Пруссак и А. С. Учускин разработали новую систему абонентского телеграфирования.

ВВОДНЫЕ И КОММУТАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА ТЕЛЕГРАФНЫХ СТАНЦИЙ

Вводные устройства

Провода, входящие на телеграфную станцию, заканчиваются или на вводных щитах, предназначенных для установки приборов защиты (разрядников и предохранителей), или на вводных стойках, где кроме приборов защиты имеются ещё разделительные гнёзда для включения измерительных приборов и испытательных телеграфных аппаратов.

При воздушном вводе проводов для защиты аппаратуры связи предусматривают предохранители типов СН-0,5 (спиральная нить) и СН-0,15, а при отсутствии предохранителей — предохранители типов ПН-0,15 и ПН-4 (с прямой нитью) и разрядники типа РА-350.

При кабельном вводе оборудование телеграфной станции защищается лишь предохранителем типа СН-0,15, но в месте перехода воздушной линии в кабель, а именно в кабельном ящике, каждый провод защищается при помощи предохранителя типа СН-0,5 и разрядника типа РА-350.

Вводные щиты и стойки соединяются с телеграфными аппаратами или непосредственно или через телеграфные коммутаторы. Характеристика вводной стойки приведена в главе «Оборудование узлов дальней телефонной связи».

Коммутаторы

Телеграфные коммутаторы предназначаются для:

а) включения, выключения и замены телеграфных проводов и аппаратов;

б) электрических испытаний и измерений телеграфных проводов при помощи измерительных приборов;

в) включения, выключеиия и замены батарей, питающих телеграфные цепи;

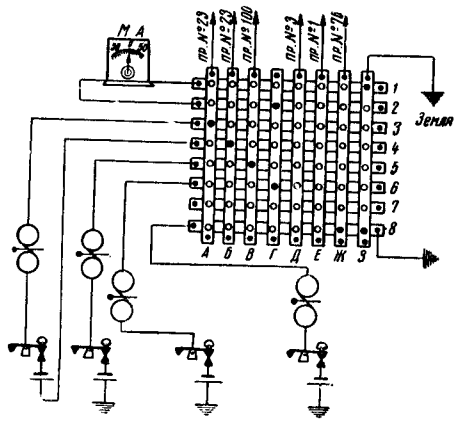
г) измерения напряжений батарей и токов в телеграфных цепях.

На железнодорожном транспорте СССР применяют коммутаторы ламельные, шиуровые, стандартные стоечного типа со сложными гнёздами и типа МПС выпуска 1947 г. (ЛБК-47).

Выбор типа телеграфного коммутатора зависит от ёмкости и характера оборудования телеграфной станции, т. е. от количества проводов, вводимых на станцию, количества и типов действующей телеграфной аппаратуры и системы электропитаиия станции.

Ламельный коммутатор состоит из деревянной рамы и двух взаимноперпендикулярных рядов (верхнего и нижнего) латунных ламелей сечением 12 × 10 *мм* с контактными винтами. На фиг. 70 показана схема включения линий и телеграфиых аппаратов в коммутатор на 8 × 8 ламелей.

Расстояние между верхними и нижними ламелями равно 10 *мм*, а между соседиими — 5 *мм*. В местах пересечения верхних и нижних ламелей высверлены конические отверстия (штепсельные гнёзда), служащие для соединения верхних ламелей с нижними при помощи штепселей.



Фиг. 70. Схема включения линий и телеграфных аппаратов в ламельный коммутатор

Ламельные коммутаторы изготовляются ёмкостью на 8 × 8, 12 × 12, 16 × 16, 24 × × 24 и 32 × 32 ламелей.

Если к коммутатору присоединены провода и аппараты, то он называется линейным, а если аппараты и батареи, — то батарейным. Аккумуляторные батареи включать в ламельиые коммутаторы не рекомендуется. Обычно в верхний ряд ламелей включают телеграфиые провода, а в нижний — телеграфные аппараты. При этом батареи присоединяют

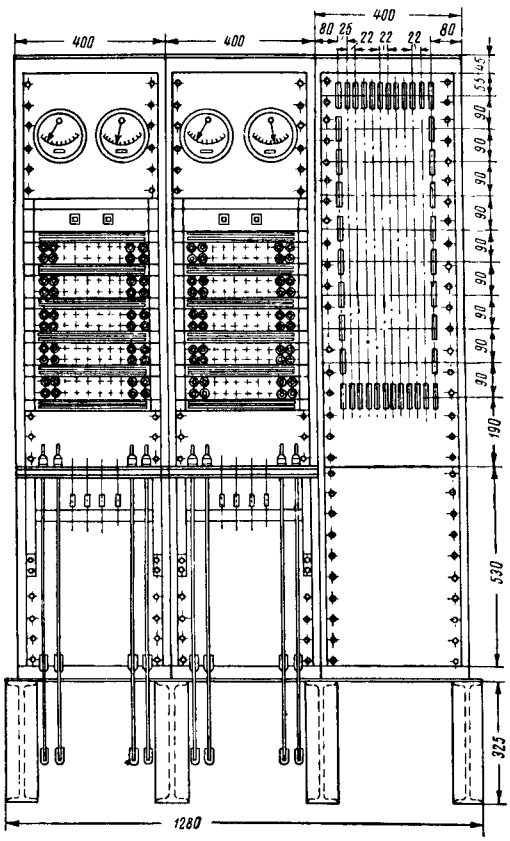
к аппаратам непосредственно. В крайние ламели обоих рядов включают землю. Две ламели верхнего ряда соединяют с измерительными приборами.

Шнуровой коммутатор шкафного типа состоит обычно из трёх мраморных панелей, смонтированных вертикально на деревянном или железном каркасе, и деревянного горизонтального стола.

На панелях коммутатора располагаются гнёзда без внутренних контактных пружин, выполненные в виде сквозных втулок, снабжённых болтиками для присоединения проводов. К гнёздам правой панели подключаются линейные провода, а к гнёздам левой — провода от источников тока. Средняя панель является измерительной, на ней монтируются измерительные приборы.

Коммутация проводов и аппаратов на шнуровом коммутаторе производится с помощью шнуровых однопроводных пар.

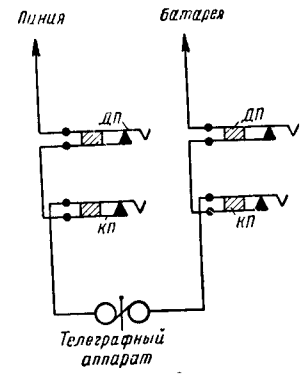
Размеры трёхпанельного коммутатора 1 850 × 2 000 × 400 *мм*. В настоящее время этот коммутатор выходит из употребления.



Фиг. 71. Внешний вид коммутатора со сложными гнёздами

Коммутатор со сложными гнёздами. В коммутаторе этого типа применён секционный принцип построения гнездового поля и используются сложные гнёзда с внутренними контактными пружинами.

Коммутаторы монтируются на стойках, которых может быть от одной до восьми, и изготовляются промышленностью ёмкостью от 10 до 120 проводов. Наиболее часто применяется коммутатор ёмкостью 30 проводов.



Фиг. 72. Схема включения телеграфного аппарата в коммутаторе со сложными гнёздами

Коммутатор (фиг. 71) состоит из трёх стоек—двух стоек с гнёздами для включения линий и батарей и одной токораспределительной стойки, служащей для распределения напряжений линейных и местных батарей по отдельным аппаратам.

На стойках с гнездовым полем смонтированы секции гнёзд на карболитовых панелях, по 10 пар на каждой панели, панели с сигнальными бленкерами и измерительные приборы.

На токораспределительной стойке размещены панели с цоколями плавких предохранителей по 12 в ряд на каждой панели, из них 10 индивидуальных и 2 групповых.

На столиках стоек с гнездовым полем размещены шнуровые пары со штепселями и переключатель. Токораспределительная стойка столика не имеет.

С задней стороны коммутатора внизу располагаются гребёнки для подключения к коммутатору кабелей линейной и токораспределительной проводок, а вверху — приборы линейной защиты — панели с плавкими предохранителями. Размеры коммутатора на 30 проводов 2 000 × 1 280 × 350 *мм*.

Для включения каждого аппарата (фиг. 72) используются две пары гнёзд. Каждое из гнёзд имеет две пружины: длинную *ДП* и короткую *КП*.

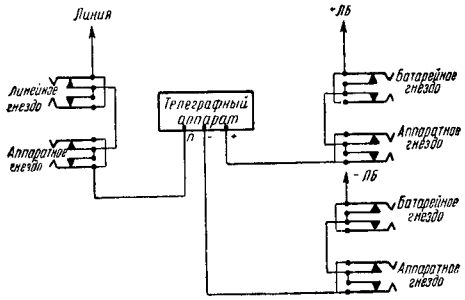
Короткие пружины в каждой паре гнёзд соединены между собой. Если пружины гнезда соединены с линией, то оно называется линейным, если с батареей,—то батарейным, и, наконец, если с аппаратом, — то аппаратным.

В нормальных условиях линии соединяются с аппаратами и аппараты с батареями через контакты в гнёздах. Шнуровые пары, предусмотренные на стойках, применяются только для производства переключений временного характера, а также при проведении испытаний и измерений.

Коммутатор типа МПС ЛБК-47 является коммутатором со сложными гнёздами. Он состоит из нескольких панелей — вводной, предохранителей, сигнальной, измерительной, реле и гнездового поля. Все

они смонтированы на одной стойке размерами 2 500 × 530 × 400 *мм*. Ёмкость коммутатора составляет 30 линий.

На столике коммутатора располагают прибор для испытания проводов, переговорно-вызывное устройство и шнуровые пары.



Фиг. 73. Схема включения телеграфного аппарата в коммутаторе типа МПС ЛБК-47

Схема коммутатора (фиг. 73) помимо переключений аппаратов и батарей временного характера предусматривает:

а) действие сигнализации при обрыве провода;

б) возможность повышения напряжения линейных батарей со 120 до 160 *в*;

в) измерение индукционных помех;

г) возможность перехода на двухпроводную схему телеграфной связи в период утечки тока;

д) возможность ведения телефонных переговоров по испытанию проводов непосредственно с коммутатора

ЭЛЕМЕНТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ТЕЛЕГРАФНЫХ СТАНЦИЙ

Выбор типа телеграфных аппаратов производится на основании данных телеграфного обмена в проектируемых направлениях телеграфной связи и суточной пропускной способности телеграфных аппаратов. В условиях железнодорожного транспорта, кроме того, учитывают характер телеграфной связи (постанционная, циркулярная, прямая дальняя), причём можно руководствоваться указаниями, приведёнными в табл. 45.

Ёмкость коммутационного оборудования вводного щита или стойки, линейного и линейно-батарейного коммутаторов определяется количеством проводов, входящих на телеграфную станцию, с учётом запаса в 25—40% в зависимости от предполагаемого развития данной телеграфной станции.

При кабельном вводе с числом жил, превышающим число действующих проводов, ёмкость вводного щита или стойки должна обеспечивать подключение к нему всех жил вводного кабеля. Ёмкость телеграфных и аппаратных боксов, а также моторных щитков определяют из условий конкретного размещения аппаратуры с учётом типа и количества аппаратуры, включаемой в боксы и щитки.

Размещение телеграфной аппаратуры и оборудования

Площадь, необходимая для размещения аппаратуры и оборудования, определяется суммированием площадей, требующихся для отдельных аппаратов (см. табл. 49 и 61) и элементов оборудования. Полученная суммарная площадь, будучи умноженной на 5, ориентировочно определяет общую потребность в площади. Если предполагается устройство транспортёров, то полученный результат увеличивается на 10%. Более точное определение необходимой площади производится посредством размещения аппаратов и оборудования на плане помещения с учётом необходимых проходов согласно нормам, указанным в табл. 71.

Таблица 71

Нормы размещения телеграфного оборудования

Назначение прохода	Ширина прохода в *м*
Между одинарными рядами аппаратов	1,3
Между сдвоенными рядами аппаратов	1,8
Между стеной и лицевой стороной ряда аппаратов	0,6*
Главный проход одинарный	1,3
То же двойной (при двух рядах аппаратов)	1,8
Между стеной и задними сторонами стоечного оборудования	0,8

* При наличии транспортёра ширина прохода увеличивается на 0,25—0,3 *м*.

При размещении аппаратов и оборудования помимо норм проходов руководствуются ещё следующим:

а) для аппаратов Бодо, СТ-35 и дуплексных трансляций, как правило, выделяются отдельные помещения;

б) размещение аппаратуры производится рядами, длины которых определяются типом аппаратуры, шириной зала и нормами прохода. В сдвоенных рядах допускается установка телеграфных аппаратов Морзе и СТ-35;

в) ряды аппаратов должны быть направлены перпендикулярно к окнам и так, чтобы свет падал с левой стороны;

г) головки распределителей комплектов Бодо должны быть обращены к окнам.

Местоположение линейно батарейного коммутатора определяется, с одной стороны, удобством обслуживания аппаратуры и, с другой, — соображениями об экономии кабельной проводки.

Средства механизации

Наибольшее распространение на больших телеграфных станциях железнодорожного транспорта СССР получили ленточные транспортёры.

Ленточный транспортёр представляет собой бесконечную пеньковую или хлопчатобумажную ленту шириной 300—350 *мм*, двигающуюся на валиках с помощью мотора,

который вращает ведущий вал на одном из концов системы. Лента помещается в железном жёлобе, установленном вдоль торцов рядов телеграфных аппаратов, и двигается по направлению к сортировочному пункту. Она доставляет в этот пункт все телеграммы, поступающие с конвейерных лент шириной 30—50 *мм*, двигающихся вдоль каждого ряда аппаратов перпендикулярно широкой ленте.

Узкая лента помещается в деревянный жёлоб с высокими краями. Телеграфисты кладут телеграммы ребром на эту ленту и в таком положении последние двигаются вместе с лентой до широкого транспортёра.

Для движения узкой ленты используется вращение одного из валиков широкой ленты, передаваемое бесконечным ремнём валику узкой ленты.

Ленточные транспортёры применяют также для транспортировки телеграмм между этажами.

Скорость движения ленты транспортёра составляет 0,7—0,8 *м* в секунду. Мощность моторов ленточных транспортёров в зависимости от количества и длины лент колеблется от 0,17 до 0,5 *квт*.

Внутренняя проводка и типы применяемых кабелей

Внутренняя кабельная проводка на телеграфных станциях выполняется или в каналах, заранее заготовленных при строительстве здания, или в деревянных желобах — подпольных и напольных. Деревянные желоба изготовляются из досок толщиной 20 *мм* и имеют внутренние размеры (70÷80) × × (150 ÷ 200) *мм*. Желоба снабжаются съёмными крышками длиной не более 1 *м*. При устаиовке аппаратуры стоечного типа применяют верхние желоба лестничного типа.

Кабели прокладывают в желобах в виде однослойной ленты по возможности без перекрещивания, радиус поворота каждого кабеля не должен быть меньше 10 диаметров кабеля

Прокладка кабелей между этажами производится в шахтах, выполненных или в виде каналов, выдолбленных в каменной стене, или в виде оштукатуренных деревянных желобов. Внутренние размеры шахты определяют из расчёта крепления кабелей в шахматном порядке, по ширине не менее 200 *мм* и по глубине ие более 120 *мм*.

На участке внутренней проводки между линейно-батарейным коммутатором и рядами аппаратов для сокращения количества соединительных кабелей устанавливают телеграфные боксы, содержащие по 2—3 гребёнки с 20 контактными штифтами каждая. Количество боксов определяется из расчёта 1 бокс на 8 комплектов Бодо, или 12 стартстопных аппаратов, или 20 аппаратов Морзе. Телеграфные боксы устанавливаются на стеиах иа расстоянии 1,4 *м* от пола.

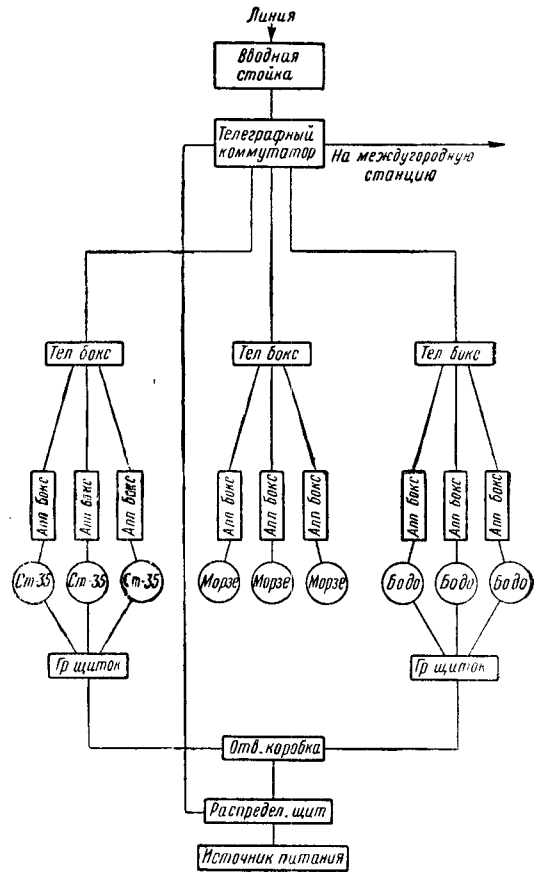
На участке токораспределительиой проводки между токораспределительным щитом и линейно-батарейным коммутатором с целью сокращения числа кабелей питания устанавливают батарейные боксы. Эти боксы устанавливаются так же, как и телеграфные боксы. Подъёмы кабелей к боксам выполняются с креплением кабеля скобами к вертикальным деревянным доскам, прикреплённым к стенам; с наружной стороны доски с кабелями закрываются коробами.

Для распределения питания моторов по аппаратным рядам применяются моторные щитки на 6 рядов и на 3 ряда.

Щитки устанавливаются иа стенах на высоте 1,4 *м* от пола. Подвод кабелей к ним осуществляется так же, как и к боксам.

Провода линейные от источников питания и от заземления подводятся к аппаратам не непосредственно, а при помощи аппаратных боксов, состоящих из одной кроссировочной гребёнки. Аппаратный бокс устанавливается иа ножке аппаратного стола каждого аппаратного ряда.

Приицип группирования телеграфной аппаратуры и скелетная схема соединения приборов телеграфной станции показаны на фиг. 74.



Фиг. 74. Скелетная схема соединения приборов телеграфной станции

На телеграфных станциях для внутренней проводки применяют следующие типы кабелей:

а) марки КСРГ с сечением жил от 1 до 2,5 *мм*²;

б) марки СОГ с жилами диаметром 1 *мм*.

Наиболее употребительные ёмкости кабелей этих марок — 5; 7; 10; 12; 19 и 24 жилы;

в) двужильные кабели марки ВРГ со следующими наиболее употребительными сечениями: 1,5; 2,5; 4; 6 и 10 *мм*².

Указанные кабели используют следующим образом:

а) от вводного щита или стойки до линейно-батарейного коммутатора для линейной проводки используют кабели марки КСРГ сечением 1 *мм*² и кабели марки СОГ; на этом участке можно также применять кордельные кабели;

б) от распределительного щита генераторной до линейно-батарейного коммутатора или батарейного бокса прокладывают для подачи питающих напряжений кабели марки КСРГ сечением 2,5 *мм*²; в этих кабелях для подачи напряжения местной батареи обычно включают параллельно несколько жил;

в) от линейно-батарейного коммутатора до телеграфных и аппаратных боксов для подачи линий и питающих напряжений прокладывают кабели марки КСРГ сечением 1 *мм*² и кабели марки СОГ;

г) от распределительного щита генераторной до распределительных коробок и групповых щитков для подачи моторных напряжений прокладывают кабели марки ВРГ, рассчитанные на допустимые плотность тока и падение напряжения (падение напряжения на этом участке допускается до 5 *в*);

д) от групповых моторных щитков до аппаратных боксов для подачи моторных напряжений прокладывают кабели марки ВРГ 2 × 1,5.

Кабель марки КСРГ может быть заменён проводом марки ПР, прокладываемым в трубках Бергмана, в желобах или на роликах по стене.

Электропитание телеграфной станции

Ёмкость Q линнейной батарен в ампер-часах определяется как расход тока за полный разрядный цикл одной группы линейной батареи и рассчитывается по формуле

$$Q = nAH_n + (n-1)\,AH_{n-1} + \\ + \ldots + 2AH_2 + AH_1.$$

В этой формуле n — высший номер групп батареи;

AH_n — расход ёмкости в *а-ч* в линейных цепях аппаратов, питаемых от градации напряжения, соответствующего *n*-й группе.

Значення величин AH_n определяют в соответствии с данными табл. 50 и 62 потребления тока телеграфнымн аппаратами и подставляют в формулу в *а-ч* в сутки. Поэтому Q получается также в ампер-часах в сутки в предположении, что переключение групп линейной батареи производится раз в суткн.

Ёмкость линейной батареи порядка 30—70 *а-ч* вполне достаточна для большинства станций.

Потребление тока местной батареи определяется по данным табл. 50, 51 и 62 в *а-ч* в сутки. Практически ёмкость в 30—70 *а-ч* бывает достаточна для питания местных цепей.

Потребление тока моторной батареи определяют по данным табл. 50, 51 и 62 в амперах. В соответствии с потреблеиием тока определяют ёмкость моторной батареи, а режнм её работы—«заряд—разряд» или буферный способ — устанавливают в зависимости от надёжности энергоснабжения.

Более подробно об электропитании см. раздел «Электропитание устройств связи железнодорожного транспорта».

Станционные заземлители

На каждой телеграфной станции устраиваются три отдельных заземлителя, которые иа щитке заземления соединяются параллельно. Общее сопротивление этих заземлений должно быть не более значений, указанных в табл. 72.

Заземления, состоящие из металлического заземлителя, заложенного в грунт, и проводника, соединяющего заземлитель со станционным оборудованием, устраиваются в соответствии с ГОСТ 464-417.

Заземлнтели устраивают из стальных труб или стержней длиной до 3 *м* и диаметром до 5 *см* или же из стальной неоцинкованной проволокн диаметром не менее 4 *мм*. При малой проводимости грунта допускается применение труб длиной 5—10 *м* или же стальных листов размером 1 420 × 710 *мм* и толщиной 3,5 *мм*. Трубы или стержни, очищенные перед забивкой от ржавчины, краски и другнх изолирующих веществ, забиваются в землю в один ряд или параллельными рядами с расстояннем между рядами, равным удвоенной длине трубы. Прн этом верхние концы труб должны располагаться ниже поверхности земли на 0,5—0,7 *м*.

Число труб заземлителя

$$n = \frac{R_0}{0{,}8\,R},$$

где R_0 — сопротивление заземлителя, состоящего из одной трубы;

R — требуемое сопротивление заземлителя в *ом*.

Величина R_0 рассчитывается по формуле

$$R_0 = \rho\,\frac{\ln\frac{4l}{d}}{2\pi l},$$

где ρ — удельное сопротивление груита, величина которого дана в табл. 73;

l — длина трубы в *см*;

d — диаметр трубы в *см*.

Таблица 72

Общее сопротивление заземлеиий телеграфной станции

Число аппаратов, работающих по однопроводным цепям	1	2—5	6—10	11—20	21—50	Более 50
Сопротивление заземления в *ом*	50	25	5	2	1	0,5

Сопротивление заземлителя из проволоки

$$R_0 = \rho \frac{\ln \frac{2l}{d}}{2\pi l}\left(1 + \frac{\ln \frac{l}{2t}}{\ln \frac{2l}{d}}\right),$$

где l — длина заземлителя;
d — диаметр проволоки в *см*;
t — глубина закопки в *см*.

Увеличение диаметра трубы или проволоки мало влияет на уменьшение сопротивления заземлителя; увеличение длины трубы или проволоки уменьшает сопротивления заземлителя примерно в прямой пропорциональности.

Таблица 73

Средние значения удельных сопротивлений грунта и сопротивления заземления

Род грунта	Удельное сопротивление грунта ρ в *ом/см*	Сопротивления заземления в *ом*	
		из трубы	из проволоки
Болото	2 000	6,35	3,3
Чернозём	5 000	15,90	8,3
Глина	6 000	19,10	10,0
Суглинок	8 000	25,40	13,3
Супесок	30 000	95,20	49,8
Влажный песок . .	40 000	127,00	66,3

Примечание. Длина трубы 3 *м*, диаметр трубы 5 *см*; длина проволоки 10 *м*, диаметр 4 *мм*; глубина закопки 0,7 *м*.

Соединение труб или стержней одного и того же заземлителя между собой после забивки их в грунт производится при помощи стальной полосы сечением 40 × 4 *мм*, привариваемой с помощью накладок к трубам или стержням. Соединительная полоса укладывается в канаву глубиной не менее 1,1 *м*.

Вывод от заземлений в здание станции производится жгутом из стальных проволок диаметром 4—5 *мм* каждая и числом не менее трёх или стальным канатиком, уложенным в землю на глубину не менее 0,7 *м*.

При выходе из земли канатик или жгут из стальных проволок защищается от механических повреждений на высоту до 2,5 *м* над поверхностью земли и на 0,5 *м* ниже её поверхности сплошным металлическим покрытием (угловой сталью, трубой).

При вводе в здание канатик или жгут из стальных проволок припаивается к изолированному медному проводу с сечением не менее 4 *мм*^{2}, который вводится в здание через отдельное отверстие.

Для изоляции проводника от здания он пропускается через стену в резиновой или эбонитовой трубке.

Расстояние между отдельными заземлениями, а также между подводящими проводами, находящимися в земле, должно быть не менее 20 *м*.

Если станция связи находится в зоне действия блуждающих токов электрифицированных железных дорог, то заземление должно быть отнесено от полотна железной дороги на расстояние, определяемое специальным расчётом.

Грозовые и мощные разрядники присоединяются к общестанционному заземлению за исключением случая, когда станция связи находится в зоне действия блуждающих токов электрифицированных железных дорог. В последнем случае заземление для разрядников устраивается отдельно, вблизи от станции.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛОАТАЦИЯ ТЕЛЕГРАФНЫХ СТАНЦИЙ

Правильная организация технической эксплоатации телеграфных станций и тщательное соблюдение правил и норм технической эксплоатации имеют весьма важное значение для обеспечения чёткой и бесперебойной работы телеграфных связей.

Техническая эксплоатация телеграфных станций в основном состоит из:

а) наблюдения за электрическим состоянием проводов, кабелей и заземлений;

б) содержания оборудования станции в постоянной готовности;

в) технического обслуживания оборудования во время его работы и немедленного устранения возникающих неисправностей;

г) текущего ремонта оборудования;

д) профилактического осмотра оборудования и замены изношенных деталей для предупреждения повреждений.

ЭКСПЛОАТАЦИЯ СВЯЗИ

Ниже приводятся основные указания по техническому содержанию основных видов телеграфной аппаратуры.

СОДЕРЖАНИЕ АППАРАТОВ МОРЗЕ

Один раз в десять дней производят: осмотр и чистку от грязи и пыли аппарата и его деталей; проверку крепления деталей; проверку монтажа схемы, смазку осей аппарата; проверку скорости вращения механизма и продвижения ленты; проверку правильности регулировки винтов, ограничивающих якорь, чистку контактов ключа; промывку чернильницы аппарата и очистку пишущего колеса от краски. При выполнении этих работ должны быть обеспечены следующие основные показатели работы аппарата:

а) зазор между якорем и сердечником электромагнита должен быть в пределах от 0,5 до 5 *мм*, в зависимости от состояния провода;

б) скорость движения ленты должна быть в пределах от 1,5 до 1,8 *м/мин*;

в) при полном заводе пружины барабана (на 7 оборотов) продолжительность движения ленты должна быть в пределах от 20 до 23 мин.

Один раз в год должна производиться капитальная чистка аппарата с полной разборкой и регулировкой его. При этом также производят ремонт и замену износившихся деталей.

СОДЕРЖАНИЕ СТАРТСТОПНЫХ АППАРАТОВ ТИПА СТ-35, Т-15 И ДРУГИХ

Ежедневно производят: осмотр и чистку от пыли и грязи аппарата и его деталей; проверку крепления деталей; устранение вибрации главного вала и оси передатчика; проверку монтажа схемы; осмотр и чистку шрифта; замену красящей ленты (при необходимости); чистку контактов передатчика; осмотр щёток мотора и регулятора; чистку коллектора мотора и колец регулятора; смазку трущихся частей; проверку величины тока в приёмном электромагните аппарата; проверку фазы и расцепления спускового приспособления приёмника; проверку аппарата под током на передачу и приём сигналов; проверку вызова и отбоя при работе аппаратов через коммутатор абонентской телеграфной связи.

Аппарат СТ-35 должен удовлетворять следующим нормам:

а) мотор типа УМ-21-С должен работать при токе 0,4—0,45 *а*;

б) приёмный электромагнит должен работать устойчиво от тока 50—55 *ма*;

в) должна обеспечиваться устойчивая связь при расхождении скоростей с аппаратом другой станции до 4,5—7%.

Два раза в месяц производят чистку аппарата при снятых главном вале и типовых рычагах. При выполнении этой работы проверяют состояние контактных винтов и при необходимости снова заделывают подходящие к ним проводники; заменяют или заправляют контактные винты регулятора; заменяют сработанные фильцы; производят проверку корректионного приспособления на возможность срыва; заменяют негодные пружины и устраняют другие мелкие дефекты.

Один раз в месяц набивают тавотом подшипники мотора.

Один раз в три месяца производят капитальную чистку аппарата с полной регулировкой взаимодействия всех частей. Одновременно с этим производят проточку коллектора мотора и колец регулятора, ремонт главного вала и замену изношенных деталей.

СОДЕРЖАНИЕ АППАРАТОВ БОДО

Два раза в сутки проверяют напряжение батарей, а также смазывают маслом подшипники и трущиеся части приёмников.

Через день по установленному графику производят чистку телеграфных аппаратов Бодо, во время которой осматривают аппарат и его детали; проверяют крепление деталей, а также монтаж схемы; заменяют или подрезают щётки на распределительных дисках; прочищают зазоры между контактами и кольцами дисков распределителя; протирают диски спиртом; проверяют установку щёток на переднем и заднем дисках и положение щёток переднего диска по отношению к щёткам заднего диска, проверяют отсутствие сообщения бискольца с первым кольцом переднего диска; очищают контакты реле, вибраторов, клавиатур, тормозных эксцентриков приёмника и ретрансмиттеров от нагара; прочищают коллекторы и проверяют состояние щёток моторов; смазывают оси лентопротяжного храповика, промежуточной шестерёнки, красящего валика, ложного разведчика и головки разведчиков; промывают керосином типовые колёса; тормозной диск и тормозную пробку очищают от масла; проверяют крепление тормозных электромагнитов; проверяют фрикционные модераторы, износ кожи на них и ликвидируют заедание в шарнирах; производят регулировку клавиатур и приёмников; проверяют величину исходящего тока линейных батарей; проверяют величины токов помех в проводе и входящих токов от соседней станции; подбирают элементы балансных контуров; производят проверку и пуск в действие аппаратуры.

При выполнении этих работ необходимо соблюдать следующие условия:

а) установка щёток на приёмном (переднем) диске аппаратов Бодо-дуплекс должна производиться так, чтобы: при положении щётки второго кольца на середине 24-го контакта щётка первого кольца находилась в конце укороченного контакта; при положении щётки второго кольца в начале первого контакта щётка третьего кольца находилась в начале первого контакта;

б) при положении щётки второго кольца передающего (заднего) диска в начале первого контакта щётка третьего кольца должна находиться тоже в начале первого контакта, а щётка первого кольца — в середине 24-го контакта;

в) соотношение между щётками переднего и заднего дисков должно устанавливаться опытным порядком в зависимости от длины телеграфной цепи;

г) на трёхкратных аппаратах Бодо-дуплекс установку щёток распределителей производят с соблюдением следующего условия: щётки первого, второго и третьего колец должны находиться одновременно в начале первых контактов как на переднем, так и на заднем дисках;

д) в аппаратах Бодо-дуплекс, имеющих подвижной коррекционный контакт, последний устанавливают так, чтобы он действовал в середине между первым и десятым укороченными контактами первого кольца. Точная установка положения коррекционного контакта производится с помощью обратного тока;

е) разница между величинами исходящих токов от обоих полюсов линейной батареи не допускается.

Один раз в 10 дней, во время чистки аппаратов Бодо, производят замену всех реле на реле, предварительно проверенные на нейтральность и отдачу. Снятые реле очищают от нагара на контактах, регулируют и оставляют в резерве.

Хорошо отрегулированные реле должны иметь отдачу не менее 85% при междуконтактном расстоянии 0,1 *мм*. Применять реле с меньшим процентом отдачи не разрешается.

Контакты винтов и якоря реле должны располагаться горизонтально по одной оси.

Два раза в месяц обязательна замена и капитальная чистка ретрансмиттеров, клавиатур и приёмников с полной их разборкой и регулировкой.

Один раз в месяц производят капитальную чистку всего аппарата Бодо, как оконечного, так и промежуточного, с полной разборкой и регулировкой приёмников; замену дисков распределителя и кабелей (в случае надобности); набивку тавотом подшипников моторов и подшипников распределительной головки с фоническим колесом; замену контактных винтов и пружин вибратора; замену износившихся деталей; измерение и регулировку тока в местных цепях.

Во время капитальной чистки оконечной аппаратуры Бодо одновременно детально проверяются состояние и качество работы простых и регенеративных трансляций.

СОДЕРЖАНИЕ ТЕЛЕГРАФНЫХ ТРАНСЛЯЦИЙ

При проверке простых трансляций производят: осмотр трансляции и её деталей с проверкой их крепления и чисткой от пыли; проверку монтажа схемы; проверку качества подбора балансных контуров; измерение величин входящих и исходящих токов, токов помех в проводах и токов в местных цепях трансляции; чистку контактов реле и вибраторов и, в заключение, проверку работы трансляции «на себя». Один раз в 10 дней во время остановки связи на чистку производится замена всех реле на реле, предварительно проверенные на нейтральность и отдачу. На регенеративных трансляциях производятся аналогичные работы и, кроме того, проверяется исправительная способность трансляции, которая должна быть не ниже 46—48%.

СОДЕРЖАНИЕ АППАРАТУРЫ ТОНАЛЬНОГО ТЕЛЕГРАФА И КОММУТАТОРОВ АБОНЕНТСКОЙ ТЕЛЕГРАФНОЙ СВЯЗИ

При обслуживании аппаратуры тонального телеграфа ежедневно производят: проверку напряжений источников питания и режима работы электронных ламп; проверку напряжений несущих частот; настройку каналов на передачу точек; проверку и установку уровней приёма и передачи; измерение процента искажений.

В случае применения аппаратуры типа ВТ-34 один раз в десять дней производится замена работающего мотор-генератора запасным, который пускается в ход за 30 мин. до переключения. На выключенном мотор-генераторе производится чистка коллекторов, осматриваются щётки и в случае надобности производится их замена.

Один раз в месяц производят: чистку и регулировку всех поляризованных реле с проверкой процента отдачи реле (который не должен быть меньше 85%); испытание чувствительности приёмника, измерение уровня помех.

При обслуживании коммутаторов абонентской телеграфной связи ежедневно проверяют сигнальные устройства, шнуры и производят чистку оборудования от пыли.

Один раз в месяц производят: проверку и регулировку величины токов во всех цепях абонентских панелей, чистку всех поляризованных реле и проверку их на нейтральность и отдачу; чистку и регулировку реле телефонного типа; чистку панелей под кожухами; проверку действия вызывных и отбойных сигналов и проверку циркулярной работы.

Более подробные указания по вопросам технической эксплуатации телеграфных связей см. [55, 68, 69].

При капитальном ремонте производится не только обновление устройства, но и улучшение их в соответствии с новыми техническими требованиями.

Средняя периодичность капитального ремонта устройств связи следующая: телеграфные аппараты Бодо — 10 лет; телеграфные аппараты типа Телетайп — 5 лет.

Капитальный ремонт телефонных и телеграфных аппаратов, коммутаторов и других приборов, как правило, производится на заводах и в мастерских по классификации заводского ремонта.

ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕЛЕГРАФНЫХ СТАНЦИЯХ

Все переключатели, выключатели и клеммы телеграфной аппаратуры должны иметь изолированные поверхности или изолированные рукоятки.

Монтажные проводники и кабели аппаратов должны быть закрыты кожухами. Телеграфные и аппаратные боксы должны быть закрыты так, чтобы предохранить обслуживающий персонал от случайного соприкосновения с контактной системой.

Вращающиеся детали, шкивы и приводные ремни моторов и транспортёров должны быть закрыты кожухами.

Секционные, линейные и линейно-батарейные коммутаторы шкафного типа должны запираться, а обслуживание их должно поручаться только специальным работникам.

Нажатие пальцами токоведущих частей для определения наличия напряжений воспрещается.

Запрещается остановка распределителя, проверка и установка щёток при включённых линейных и местных батареях.

Персонал, обслуживающий аппараты Морзе, должен быть обучен установке и съёмке пружины аппарата.

Перед вводной стойкой, шкафом или щитом, а также перед линейно-батарейным коммутатором должен быть положен резиновый коврик, проверенный на изоляцию.

Замену предохранителей и разрядников на вводных стойках, шкафах или щитах в грозовой период, а также на линиях, подверженных влиянию высокого напряжения, необходимо производить в резиновых перчатках или при помощи специальных кранов.

УСТРОЙСТВА МЕСТНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

СОКРАЩЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ТЕКСТЕ И НА СХЕМАХ

Аб-т — абонент
АК — абонентский комплект
АТС — автоматическая телефонная станция
Б — батарея
БЗ — бленкер занятости
БС — балансное сопротивление
ВБ — вызывной бленкер
ВГИ — групповой искатель входящей связи
ВК — вызывной клапан
ВКн — вызывная кнопка
ВЛ — вызывная лампа
ВР — вызывное реле
ВШ — вызывной штепсель
ГАТС — городская АТС
ГЗ — гаситель знаков
ГТС — городская телефонная станция
ГТЧ — генератор тональной частоты
ГИ — групповой искатель
ГИМ — групповой искатель междугородной связи
Гн — гнездо
ГЩП — главный щит переключений
ДГИ — групповой искатель дальней связи
ДЗв — добавочный звонок
Др — дроссель
ДШИ — декадно-шаговый искатель
ЖАТС — железнодорожная АТС
З — земля
Зв — звонок
ЗРЩ — зарядно-разрядный щит
Зум — зуммер
Зум-тр — зуммерный трансформатор
И и *ИНД* — индуктор
ИБ — индукторный бленкер
ИВ — искатель вызова
ИГ — испытательное гнездо
ИГИ — групповой искатель исходящей связи
ИК — индукционная катушка
ИР — индукторное реле
ИРГ — индукторное реле генератора
КДН — комплект дальнего набора
К — конденсатор
КВ — контроль вызова
КВЛ — контрольная вызывная лампа
КГ — контроль генератора
Кл — ключ
КЛ — контроль линии
КЛГ — лампа контроля генератора
КЛЛ — лампа контроля линии
Кн — кнопка
КнЗв — кнопка звонка
Кн МЗ — кнопка машинного зуммера
КнТ — кнопка телефонистки
КО — контроль отбоя
КТ — контроль телефона
КУ — коммутаторная установка
Л — линия
ЛЗ — лампа занятости
ЛИМ — линейный искатель междугородной связи
ЛИ — линейный искатель
ЛИУ — линейный искатель универсальный
Лм — лампа
ЛР — линейное реле
М — микрофон
МБ — местная батарея
МИ — магнитный индуктор
МЗ — машинный зуммер
МнП — многократное поле
МсП — местное поле
МТС — междугородная телефонная станция
НИ — направляющий искатель
НН — номеронабиратель
ОБ — отбойный бленкер
ОВЛ — общая вызывная лампа
ОВР — общее вызывное реле
ОК — отбойный клапан
ОЛ — отбойная лампа
ООЛ — общая отбойная лампа
ОР — отбойное реле
ОС — ограничительное сопротивление
ОШ — опросный штепсель
ООР — общее отбойное реле
ОШн — отбойный шнур
ОЛ — отбойная лампа
П — предохранитель
ПБ — пробная батарея
ПЗ — проба на занятость
ПИ — предыскатель
ППР — пробное разделительное реле
ПС — передаточный стол
ПСС — плата станционной сигнализации
ПЩ — промежуточный щит
Р — реле
РВ — распределитель вызова
РВК — разговорно-вызывной ключ
Рег — регистр
РЗ — реле зуммера
РИ — регистровый искатель
РК — реактивная катушка
РКЗ — реактивная катушка зуммера
РПЗ — реле пробы занято
РП — рычажный переключатель
РР — разделительное реле
РСЛ — комплект реле соединительной линии
РТС — ручная телефонная станция
СГ — сигнальный генератор
СИ — смешивающий искатель
СкН — сквозной набор
СЛ — соединительная линия
СЛм — сигнальная лампа
ССМ — стойка сигнальных машин
СМ — сигнальная машина
Т — телефон
ТБ — батарея токовращателя
ТВ — токовращатель
ТК — термическая катушка
Тр — трансформатор
ТРД — токораспределительная доска
УАТС — учрежденческая АТС
Ф — кнопка фонического вызова
ЦБ — центральная батарея
ЧНН — час наибольшей нагрузки
Ш — штепсель
ШИ — шаговый искатель
ШК — шнурконтакт
ШКн — шунтирующая кнопка
ШР — шнуровое реле
ШОВР — шины общего вызывного реле

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

При числе абонентов до 50 местная телефонная связь осуществляется по системе местной батареи (МБ), а при числе абонентов свыше 50 — по системе центральной батареи (ЦБ) — с применением телефонных станций ручного обслуживания (РТС) или автоматических (АТС).

Абонентские линии устраиваются по двухпроводной системе и могут быть воздушными и кабельными.

Железнодорожные телефонные станции оборудуют соединительными линиями с городскими телефонными станциями, а также с другими железнодорожными телефонными станциями, расположенными в том же пункте.

Основными показателями работы местной телефонной связи являются быстрота соединения, непрерывность действия и нормальное качество передачи.

Исходя из этих показателей, определяют требования к проектированию, строительству и эксплоатационному содержанию устройств местной телефонной связи. Эти же показатели являются определяющими и при конструировании телефонной аппаратуры.

В дело развития техники телефонной связи отечественные специалисты и учёные внесли много ценного.

В 1880 г. П. М. Голубицкий предложил оригинальную конструкцию телефона для работы по длинным телефонным линиям. Е. И. Гвоздев в восьмидесятых годах прошлого столетия разработал систему телефонной связи для железнодорожного транспорта.

В 1887 г. К. А. Мосцицкий создал первую автоматическую телефонную станцию под названием «Самодействующий телефонный коммутатор».

В 1893—1894 гг. М. Ф. Фрейденберг и С. М. Бердичевский-Апостолов создали автоматическую телефонную станцию с шаговым искателем оригинальной конструкции.

В 1895 г. М. Ф. Фрейденберг изобретает предыскатель и впервые применяет свободное искание. В 1896 г. он же вводит групповой искатель и создаёт автоматическую телефонную систему с машинным искателем, являющуюся по принципу управления искателем прототипом современной машинной АТС.

В том же 1896 г. С. М. Бердичевский-Апостолов создаёт оригинальную схему АТС с шаговым искателем.

В 1910 г. А. А. Кузнецов предложил схему телефонного аппарата с дифференциальным телефоном, предусматривавшую уменьшение влияния исходящих разговорных токов и шумов в помещении на свой телефон.

Отсутствие собственной промышленной базы и безразличное отношение царского правительства к развитию телефонной связи в России не давали возможности претворять в жизнь предложения русских изобретателей в области телефонии. На железных дорогах по системе центральной батареи было оборудовано только около 10% общей ёмкости телефонных сетей. Абонентские линии на местных телефонных сетях были, как правило, воздушными и на 75% устроенными по однопроводной системе.

Подлинное развитие отечественная техника телефонной связи получила после установления Советской власти и особенно в годы сталинских пятилеток.

В 1922—1923 гг. трестом заводов слабого тока при участии работников НКПС (Е.Н. Петринского и, позднее, Н. Н. Ильина) были разработаны оригинальные коммутаторы системы ЦБ×3×2, нашедшие широкое применение на сетях местной телефонной связи железнодорожного транспорта.

В 1929 г. заводом «Красная Заря» было освоено производство автоматических телефонных станций машинной системы.

На железнодорожном транспорте за годы сталинских пятилеток местная телефонная связь получила исключительно большое развитие. Почти во всех крупных железнодорожных узлах и на больших станциях были переустроены телефонные станции на систему центральной батареи или построены вновь. В ряде главнейших узлов были смонтированы автоматические телефонные станции. Абонентские линии были переустроены на двухпроводную систему с заменой воздушных линий кабельными.

После окончания Великой Отечественной войны в соответствии с послевоенным Сталинским пятилетним планом восстановления и развития народного хозяйства СССР на железнодорожном транспорте получили широкое применение шаговые автоматические телефонные станции.

ТЕЛЕФОННЫЕ АППАРАТЫ

Классификация телефонных аппаратов. Телефонные аппараты подразделяются: а) по способу питания микрофонов: местной батареи (МБ) и центральной батареи (ЦБ); б) по способу вызова станции: с индукторным вызовом, с вызовом замыканием цепи центральной батареи при снятии микротелефона, с фоническим вызовом и с батарейным вызовом (приёмниками вызова в аппаратах МБ и ЦБ служат поляризованные звонки переменного тока, в аппаратах с фоническим вызовом — телефон и в аппаратах с батарейным вызовом — звонок постоянного тока); в) по конструкции: переносные, стенные, настольные и универсальные, пригодные для установки на стене или столе и для включения в ручные и автоматические телефонные станции.

Телефонные аппараты МБ. Из числа телефонных аппаратов МБ, изготовляемых промышленностью, наиболее распространёнными на транспорте являются:

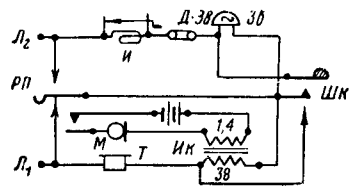
1. Стенной аппарат в стальном кожухе завода «Красная Заря», четырёхмагнитный (5120045). Аппарат смонтирован по принципиальной схеме, показанной на фиг. 75;

2. Стенной аппарат, монтируемый по схеме фиг. 75, но приспособленный для параллельного включения в линию (5120047). Этот аппарат имеет звонок 2 000 *ом* и включённый последовательно с телефоном конденсатор ёмкостью 1 *мкф*, чтобы не шунтировать вызывной ток при снятой трубке.

3. Стенной аппарат, монтируемый по схеме фиг. 76, для низовой связи (5120049).

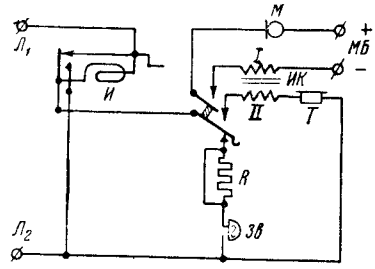
Этот аппарат имеет двухмагнитный индук-

тор, звонок сопротивлением 500 *ом* и дополнительное сопротивление, включённое последовательно со звонком. В одну линию могут быть включены четыре аппарата.



Фиг. 75. Принципиальная схема стенного телефонного аппарата МБ

Данные о трансформаторах, звонках и индукторах, применяемых в перечисленных аппаратах, приведены в табл. 74—76.



Фиг. 76. Принципиальная схема стенного телефонного аппарата МБ для низовой связи

Таблица 74

Трансформаторы (индукционные катушки) стенных телефонных аппаратов

Обмотка	Сопротивление в *ом*	Число витков	Диаметр проволоки в *мм*	Материал обмотки и изоляции
I	1,4	230	0,4	Красная медь, эмаль
II	38	1 350	0,2	То же

Сердечник трансформатора замкнутый; изготовляется из листовой трансформаторной стали толщиной 0,35 *мм*.

Таблица 75

Звонки стенных телефонных аппаратов

№ аппарата	Сопротивление обеих катушек в *ом*	Число витков в одной катушке	Диаметр проволоки в *мм*	Материал обмотки и изоляции
5120045 (б. 348)	500	7 000	0,16	Красная медь, эмаль
5120047 (б. 359)	2 000	11 000	0.10	То же
5120049 (б. 362)	500	7 000	0,16	» »

Микрофон в аппаратах применён капсюльного типа 5МБ; статическое сопротивление его, измеренное постоянным током при вертикальном положении капсюля, составляет от 20 до 80 *ом*. В зависимости от напряжения местной батареи ток питания принимают в пределах от 20 до 80 *ма*; нормальная величина тока питания — 40 *ма*. Детали телефона монтируют в телефонной коробке микротелефонной трубки. Обмотки телефона наносятся на две катушки и соединяются последовательно. Сопротивление обмотки каждой катушки равно 120 *ом*, число витков обмотки катушки составляет 800, проволока обмотки медная диаметром 0,1 *мм*. Диаметр мембраны телефона равен 53,5÷54,0 *мм*, а толщина мембраны — 0,25 *мм*. Степень намагниченности постоянных магнитов телефона такова, что они должны удерживать кусок железа весом 450 *г*.

Таблица 76

Индукторы стенных телефонных аппаратов

Тип индуктора	Сопротивление в *ом*	Число витков	*d* провода в *мм*	Напряжение в *в*	Максимальная мощность в *вт*
Четырёхмагнитный	500	3 650	0,16	60	2,5
Трёхмагнитный	500	3 500	0,15	50	1,8
Двухмагнитный	500	5 300	0,14	35	1,2

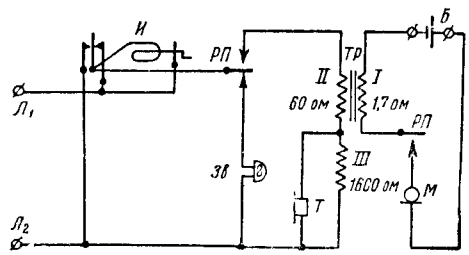
Примечание. Мощность индуктора определяется при вращении рукоятки со скоростью 180 об/мин.

Входное сопротивление телефонного аппарата МБ в разговорном положении при частоте 800 *гц* составляет

$$Z_{вх} = 1\,250\,e^{i37^\circ}.$$

Промышленностью выпускаются также стенные телефонные аппараты МБ с противоместной схемой:

а) для оконечного включения В. 411. 00.01 (фиг. 77);



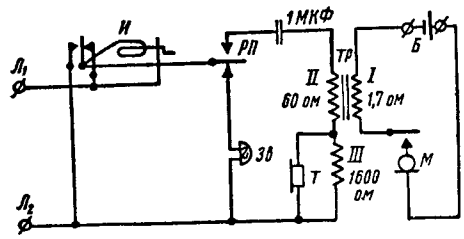
Фиг. 77. Принципиальная схема стенного телефонного аппарата с противоместной схемой и для оконечного включения

б) для параллельного включения В. 411.00.02 (фиг. 78).

Эти аппараты обеспечивают: а) приём и передачу вызова по линиям с сопротивлением до 10 000 *ом*; б) отдачу во внешнюю цепь мощности индукторного тока не менее 1,75 *вт* при нагрузке аппарата активным сопротивлением от 1 000 до 3 600 *ом*; в) ведение переговоров по линиям с затуханием до 4 *неп* при уровне шума в помещении до 60 *дб*. В аппаратах применён влагозащищённый микрофонный капсюль типа МК-10 (МБ). Питание микрофона аппарата производится от одного эле-

мента типа 3с. Кожух и основание аппарата — металлическне.

Данные о микрофонных капсюлях, применяемых в аппаратах МБ, приведены в табл. 77.



Фиг. 78. Принципиальная схема стенного телефонного аппарата МБ с противоместной схемой и для параллельного включения

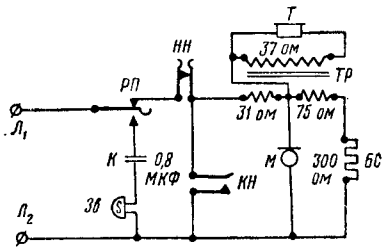
Таблица 77

Мнкрофонные капсюли МБ

№ по каталогу	Тип капсюля	Сила тока питания в *ма*	Сопротивление капсюля в вертикальном положении в *ом*	Напряжение питающей батареи в *в*
631.50.01	МБ-5	40	20—60	3,0
631.50.09	МБ-5-1,5 с защитной решёткой	40	15—40	1,5
631.50.01	МК-10-МБ	40	20—65	1,5

Примечание. Капсюли МБ-5-1,5 предназначены для работы в условиях повышенной влажности до 95% при $t = +(15° \div 25°)$ С.

Телефонные аппараты ЦБ. Унифицированные телефонные аппараты ЦБ-АТС завод «Красная Заря» выпускает следующих типов: РТС настольный 515. 00. 08 и РТС стенной 515. 00. 17 (фиг. 79).



Фиг. 79. Принципиальная схема унифицированного телефонного аппарата ЦБ

АТС настольный 518. 00. 01 и АТС стенной 518.00.02 (фиг. 80).

Аппараты всех типов монтируются по противоместной схеме.

Трансформатор *Тр* в аппаратах всех типов имеет три обмотки; кроме того, на его сердечнике намотана проволока с сопротивлением 300 *ом*, образующим балансный контур противоместной схемы. Данные трансформатора приведены в табл. 78.

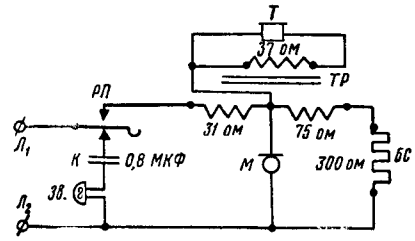
Данные о звонке и номеронабирателе, применяемых в этих аппаратах, указаны в табл. 79 и 80.

Таблица 78

Трансформатор унифицированного телефонного аппарата ЦБ-АТС

Обмотки трансформатора	Сопротивление обмотки в *ом*	Число витков	*d* проволоки в *мм*	Материал и изоляция проволоки
I	37	1 400	0,18	Медь эмалированная
II	31	930	0,18	То же
III	75	880	0,12	» »
Сопротивление балансного контура	300	125	0,1	Константан, эмаль

Примечание. Сердечник катушки — листовая трансформаторная сталь толщиной 0,35 *мм*.



Фиг. 80. Принципиальная схема унифицированного телефонного аппарата ЦБ-АТС

Таблица 79

Звонок телефонного аппарата ЦБ-АТС

Число катушек	Сопротивление каждой катушки в *ом*	Число витков	*d* проволоки в *мм*	Изоляция	Индуктивность звонка при 15—20 *гц* в *гн*	Средняя мощность в *вт*
2	380	500	0,12	Эмаль	2,5	0,075

Примечание. Звонок должен давать отчётливый акустический сигнал при напряжении источника тока 50 *в*, $f = 15 \div 20$ *гц*, через омическое сопротивление 15 000 *ом*.

Таблица 80

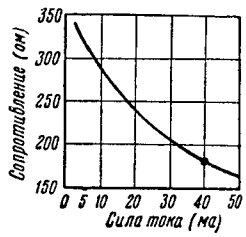
Номеронабиратель телефонного аппарата ЦБ-АТС

Скорость диска	Коэфицнент номеронабирателя — отношение размыкания к замыканию	Регулировка номеронабирателя
10 импульсов в сек. ± 1 импульс	1,5 ±0,15	Контактное давление от 45 до 55 *г*

Примечание. При размыкании люфт между контактами должен быть не менее 0,25 *мм*, а вертикальный люфт червяка (вдоль оси) — не более 0,1 *мм*; при заводе диска от нуля до упора усилие должно быть не более 180 *г*, а при заводе от единицы — не более 118 *г*.

Микрофон в аппаратах применён капсюльного типа ЦБ-5. Вес угольного порошка во всех шести секциях микрофона равен 0,27 *г*. От попадания сырости капсюль предохраняется наложением непосредственно на угольную мембрану станиоля, зажимаемого кольцом, предварительно смоченным в горячем растворе из 80% канифоли и 20% воска. Ток питания микрофона составляет от 8 до 22 *ма* (в среднем 15 *ма*) в зависимости от сопротивления абонентского шлейфа. Динамическое сопротивление микрофона при частоте 800 *гц* и звуковом давлении $p = 20$ *б* в зависимости от протекающего постоянного тока дано на фиг. 81.

Статическое сопротивление, измеренное постоянным током при вертикальном положении капсюля, колеблется в пределах от 150 до 250 *ом*.



Фиг. 81. Зависимость динамического сопротивления микрофона ЦБ-5 от тока питания

Телефон в аппаратах ЦБ устроен так же, как и в телефонных аппаратах МБ.

Конструкция аппаратов допускает переделку аппаратов обоих типов из настольных в стенные и наоборот.

Настольный аппарат можно переделать в стенной поворотом на 180° съёмной подушки с держателем микротелефона, стержень же переключателя с держателем микротелефона переставляют из отверстия на подушке в отверстие на её боковой поверхности.

Аппарат ЦБ-АТС обеспечивает нормальный приём и передачу речи по линии, имеющей затухание до 3,5 *неп*, и приём вызова по линии с сопротивлением до 10 000 *ом*.

Входное сопротивление аппарата при частоте 800 *гц* (при снятом микротелефоне):

$$Z_{вх} = 425\ e^{i^\circ}\ 30.$$

Телефонные аппараты ЦБ-РТС и ЦБ-АТС завод ВЭФ выпускает следующих типов:

ВЭФ. 360. 101 и ВЭФ. 411 10. 01 — настольный ЦБ-РТС (первый с металлическим основанием, а второй с пластмассовым);

ВЭФ. 240. 50/2—стенной ЦБ-РТС (изготовляется только по заказу);

ВЭФ. 360. 00 — настольный ЦБ-АТС (с металлическим основанием);

ВЭФ. 360. 003 — настольный ЦБ-АТС с пластмассовым основанием);

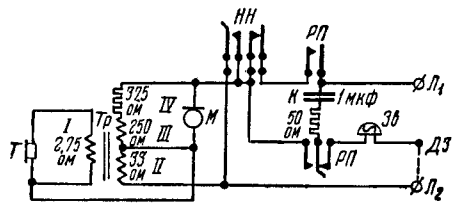
ВЭФ. 240. 50/1—стенной ЦБ-АТС (изготовляется только по заказу).

На фиг. 82 приведена принципиальная схема телефонного аппарата ЦБ-АТС завода ВЭФ.

Аппарат смонтирован по противоместной схеме; конденсатор K ёмкостью 1 *мкф* и сопротивлением 50 *ом* при снятой трубке используется в качестве искрогасительного контура к импульсному контакту номеронабирателя.

Аппараты ВЭФ обеспечивают: 1) нормальный приём и передачу речи по линиям с затуханием до 3,5 *неп*; 2) приём вызова по линии, имеющей сопротивление до 10 000 *ом*.

Телефонные аппараты типа ТАН. Телефонный аппарат типа ТАН-5 (У. 411. 12. 00), являющийся новейшим типом отечественного телефонного аппарата,

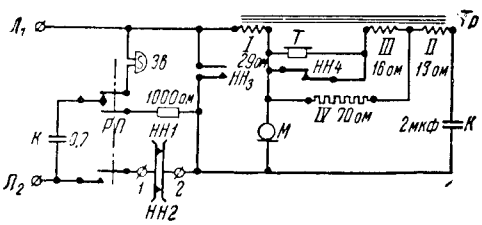


Фиг. 82. Принципиальная схема телефонного аппарата ЦБ-АТС завода ВЭФ

смонтирован по противоместной схеме (фиг. 83) и предназначается для включения в абонентские линии АТС любой системы. Детали аппарата монтируются на металлическом основании и закрываются пластмассовым кожухом.

В аппарате используют капсюли: микрофонный МК-10-ЦБ-Т и телефонный типа ТК-47. Телефонный капсюль типа ТК-47, применяемый в аппарате, позволяет воспроизводить полосу частот от 300 до 3 000 *гц*. Ток питания микрофона составляет в среднем 20—28 *ма*.

Номеронабиратель аппарата имеет восемь контактных пружин, из которых две ($НН_4$)



Фиг. 83. Принципиальная схема телефонного аппарата ТАН-5

предназначены для шунтирования телефона во время набора номера, что исключает появление в телефоне щелчков.

Аппарат типа ТАН-5 обеспечивает нормальную передачу и приём речи по линии с затуханием до 4 *неп* и приём вызова по линии с сопротивлением до 10 000 *ом*.

Другим новым типом телефонного аппарата является аппарат типа ТАН-6, устроенный в основном одинаково с аппаратом типа ТАН-5 и предназначенный для включения в абонентские линии ручных телефонных станций.

Данные о микрофонных и телефонных капсюлях, а также обмотках телефонных катушек, применяемых в аппаратах ЦБ и ЦБ-АТС, приведены в табл. 81—83.

Микрофонный капсюль типа ВЭФ сверху мембраны имеет защитную решётку. Защитную решётку и угольную мембрану закрепляют зажимным кольцом. Нормальная засыпка угольного порошка равна 0,5 *г*. Капсюль предназначен для работы с относительной влажностью 65—80% при t от 1 до 40°С.

Телефонный капсюль представляет собой электромагнитную систему, размещённую в корпусе из пластмассы и состоящую из двух магнитных полуколец из сплава «Альни» и полюсных наконечников из сплава «Пермалой», на которые надеты телефонные катушки и мембраны из трансформаторной стали.

Таблица 81

Микрофонные капсюли ЦБ

№ по каталогу	Тип капсюля	Величина тока питания в *ма*	Сопротивление капсюля в вертикальном положении в *ом*
631.50.11	ЦБ-5	15	90—240
У.560.10.00	МК-10-ЦБ-Т	20—25	65—140
У.560.10.00	МК-10-ЦБ-У	15	100—300
ВЭФ 365.500	ВЭФ	20	200—500

Примечание. Динамическое сопротивление капсюля МК-10 определено при воздействии звука речевого спектра или частотой 1 000 *гц* при давлении у среза рупора в 10—15 *б*.

Таблица 82

Телефонные электромагнитные капсюли

№ по каталогу	Тип капсюля	Сопротивление обмоток капсюля постоянному току в *ом*	Модуль полного сопротивления капсюля при частоте 1 000 *гц* в *ом*	Обеспечение нормальной слышимости при шуме в 50—60 *дб* и при затухании линии в *нп*
У.562.00.08	ТК-47	64	200—300	4
631.70.02	ТАИ	130	500—600	5

Таблица 83

Сопротивление обмоток телефонных катушек

Сопротивление катушек постоянному току в *ом*	Модуль полного сопротивления при частоте 1 000 *гц* в *ом*	Применяется в аппаратах типа
150	550—600	ЦБ и АТС-ВЭФ
120	550—600	МБ, ЦБ и ЦБ-АТС
64	240—300	ТАН-5 и ТАН-6*
2 000	9 500	Специального назначения

* В телефонном капсюле типа ТК-47.

Микротелефонные трубки. Корпус современных микротелефонных трубок изготовляют из пластмассы.

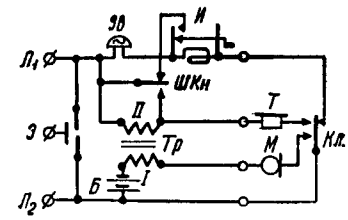
Сопротивление изоляции между металлическими частями микротелефона составляет не менее 100 *мгом*. В микротелефонных трубках телефоиных аппаратов применяют мишурный микротелефонный шнур в бумажной оплётке марки ШТРО, а в трубках специального назначения шнур марки ШТРШ. Длина шнура нормально равна 1 250 *мм*.

ПЕРЕНОСНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ АППАРАТЫ

Переиосные телефонные аппараты МБ выпускают с индукторным или фоиическим вызовом. Аппараты, предназначенные для включения в цепи поездной диспетчерской связи, изготовляют без приборов вызова, так как в этом случае вызов с одной и с другой стороны производится голосом.

Переносные аппараты вместо обычных рычажных переключателей имеют микротелефонные трубки с клавишами для включения разговорных приборов. Для удобства переноски аппараты монтируют в деревянных или пластмассовых ящиках, где помещаются и элементы для питания микрофона; к ящику прикрепляется плечевой ремень.

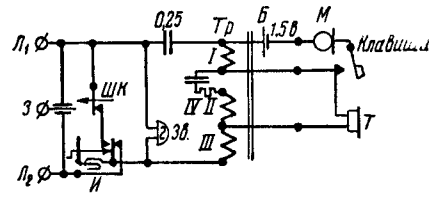
Переиосиые телефонные аппараты с индукторным вызовом. До 1942 г. выпускались аппараты типа УНАИ-28 и УНАИ-31. Схема аппарата типа УНАИ-31 представлена на



Фиг. 84. Принципиальная схема телефонного аппарата УНАИ-31

фиг. 84. При нажатии клавиши *Кл* производятся выключение вызывной и включение разговорной частей аппарата, а при нажатии кнопки *ШКн* шунтируется вторичная обмотка трансформатора *Тр* при разговоре; при посылке вызова в этом случае включается звонок для контроля прохождения вызова.

В новом аппарате типа УНАИ-42 применена противоместная схема (фиг. 85), причём би-



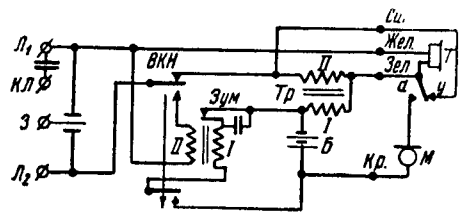
Фиг. 85. Принципиальная схема телефонного аппарата УНАИ-42

филярная обмотка *IV* автотрансформатора и конденсатор ёмкостью 0,25 *мкф* образуют балансный контур. В аппарате применён микрофон с низкоомным угольным порошком; для питания микрофонной цепи требуется один элемент.

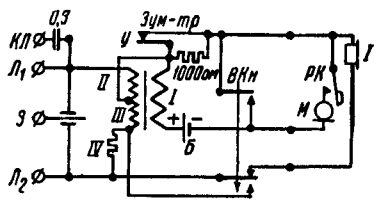
Переносные телефонные аппараты с фоническим вызовом. До 1942 г. выпускались аппараты типа УНАФ-31 (52.200.06). Схема аппарата представлена на фиг. 86. При нажатии кнопки происходит посылка фонического вызова от зуммера *Зум*. Приёмником вызова служит телефон. Для питания микрофонной цепи и зуммера требуются два

сухих элемента. Клемма *КЛ* служит для включения аппарата в телеграфный провод через конденсатор.

С 1942 г. выпускается аппарат типа УНАФ-42 м. В этом аппарате применена противоместная схема (фиг. 87); зуммерный трансформатор, имеющий три обмотки, является одновременно и телефонным трансформатором. Данные о трансформаторе приведены в табл. 84.



Фиг. 86. Принципиальная схема телефонного аппарата УНАФ-31



Фиг. 87. Принципиальная схема телефоиного аппарата УНАФ-42 м

Таблица 84

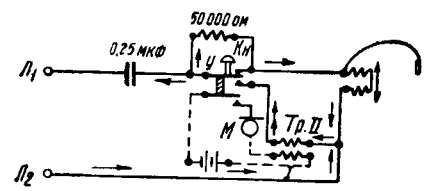
Трансформаторы переносных телефонов

Обмотка	Сопротивление обмотки в *ом*	Число витков обмотки	Марка проволоки и её диаметр в *мм*
I	1,85	273	ПЭ-0,41
II	72	1 300	ПЭ-0,17
III	31	500	ПЭ-0,17
IV	655		Бифилярная, констаитановая проволока диаметром 0,07 *мм*

В аппарате микрофон применён с низкоомным угольным порошком; для питания микрофона требуется один сухой элемент. Клемма *КЛ* служит для той же цели, что и в аппарате УНАФ-31.

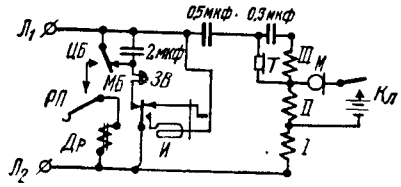
Переносный телефонный аппарат применяется для включения в цепь поездной диспетчерской связи. Аппарат предназначен для связи главного кондуктора остановившегося на перегоне поезда с диспетчером. Схема аппарата представлена на фиг. 88.

Кнопка *Кн* служит для включения микрофона при разговоре (разговорный ток через 50 000 *ом* ответвляется в свой телефон для контроля). Конденсатор ёмкостью 0,25 *мкф* служит для уменьшения вызывных токов, ответвляющихся в телефон. В аппарате применяется головной телефон. Для питания микрофонной цепи требуется батарея из двух сухих элементов.



Фиг. 88. Принципиальная схема телефонного аппарата для включения в цепь поездной диспетчерской связи

Универсальный переносный телефонный аппарат МБ-ЦБ типа ЕЕ-101. Этот аппарат в отличие от других имеет рычажный переключатель и кнопку с надписью «*ЦБ-МБ*». Аппарат монтирован по противоместной схеме, приведённой на фиг. 89.



Фиг. 89. Принципиальная схема телефонного аппарата типа ЕЕ-101

При включении аппарата по схеме ЦБ или МБ кнопка *ЦБ-МБ* должна быть переведена в соответствующее положение. Если аппарат включён по схеме ЦБ, то при снятии трубки линия замыкается на дроссель *Др* с сопротивлением 105 *ом*.

Телефон и микрофон в аппарате — капсюльного типа; индуктор трёхмагнитный, развивающий напряжение до 80—90 *в*; для питания аппарата применяются сухие элементы напряжением 3—4 *в*.

Детали аппарата монтируются в металлическом корпусе, помещаемом в кожаную сумку с плечевым ремнём.

Более подробные сведения о телефонных аппаратах см. [36, 37].

РУЧНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СТАНЦИИ

Телефонные номерники и телефонные станции системы МБ

Телефонные номерники обычно применяют для оборудования телефонных станций с числом абонентов до 85.

Типы номерников указаны в табл. 85.

В качестве вызывных и отбойных сигналов служат вызывные клапаны. Вызывные клапаны должны работать при сопротивлении абонентской линии, равном 1 000 *ом*.

Соединение абонентов производится при помощи шнуровых пар, у которых один штепсель имеет спиленную (тонкую) головку, чем обеспечивается использование одного из вызывных клапанов в качестве отбойного. Прин-

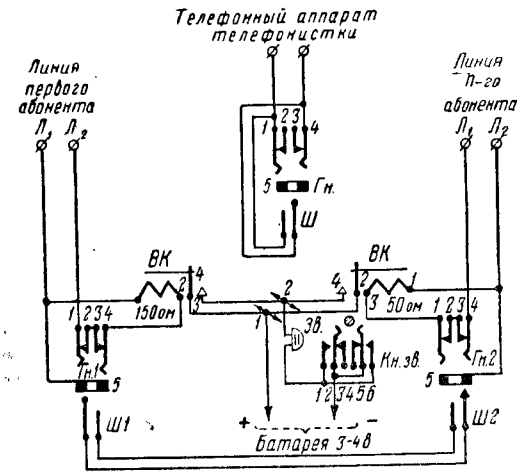
Таблица 85

Номерники

№ по каталогу	Количество номеров	Количество шнуровых пар	Высота	Ширина	Глубина
			в мм		
555	4	2	305	200	105
558	8	3		200	
560	12	4		105	

ципиальная схема номерника приведена на фиг. 90.

Питание номерника производится от батареи с напряжением 3—4 *в*, которую рекомендуется составлять, например, из четырёх элементов типа КС-МВД ёмкостью 120 *а-ч*.



Фиг. 90. Принципиальная схема номерника

Максимальная величина тока, потребляемого номерником, составляет 80—100 *ма*; суточный расход тока равен около 1 *а-ч*.

При номернике устанавливаются индукторный телефонный аппарат МБ и станционные предохранительные устройства в соответствии с ёмкостью номерника (по каталогу № 723 — на 10 линий или № 724 — на 15 линий).

Телефонные коммутаторы системы МБ×2

Телефонные коммутаторы системы МБ×2 изготовляют следующих типов:

1) стенные ёмкостью 20 и 30 номеров;

2) настольно-стенные ёмкостью 30 номеров;

3) напольные двухпанельные различной ёмкости (табл. 86).

Напольные коммутаторы системы МБ×2 монтируют в деревянных корпусах на одно рабочее место. Размеры двухпанельного коммутатора: 1 595 × 646 × 665 *мм*.

Принципиальная схема двухпанельного коммутатора системы МБ × 2 представлена на фиг. 91.

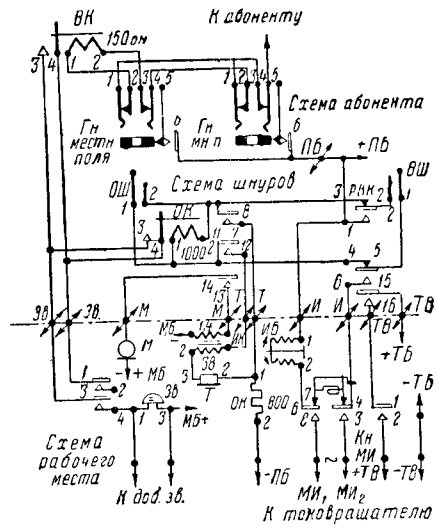
Таблица 86

Типы коммутатороа системы МБ×2

Тип коммутатора	Количество абонентских линий	Количество соединительных линий	Количество шнуровых пар
Стенной*	20 и 30	—	8
Настольно-стенной*	30	—	8
Напольный-двухпанельный:			
» 50 номеров	50	—	10
» 100 »	100	—	18
» 53 номера	50	3	10
» 105 номеров	100	5	18
» 110 »	100	10	18
» 120 »	100	20	18

* Вызывной клапан должен работать от переменного тока с напряжением 50 *в* и частотой 16 *гц* через сопротивление абонентской линии 2 000 *ом*.

В качестве индивидуальных сигналов вызова и отбоя служат соответственно вызывные и отбойные клапаны. Для посылки вызова на коммутаторе установлен ручной индуктор; кроме того, предусмотрены клеммы для подключения машинного индуктора или токовращателя (кнопка *МИ*). Для контроля посылки индукторного вызова устанавливается



Фиг. 91. Принципиальная схема коммутатора МБ×2

индукторный бленкер. Данные о вызывных и отбойных клапанах и индукторных бленкерах приведены в табл. 87.

Состав оборудования телефонной станции системы МБ ×2 с одним двухпанельным коммутатором приведён в табл. 88.

В табл. 89 приведены данные о марках и ёмкостях кабелей, необходимых для монтажа телефонной станции МБ ×2; на фиг. 92 показана скелетная схема кабельной проводки указанной станции.

Таблица 87

Вызывные и отбойные клапаны

Наименование прибора	№ по каталогу ВЭСО	Данные обмотки			Индуктивность в *гн*		Чувствительность в *ма*	
		сопротивление постоянному току в *ом*	число витков	диаметр проволоки в *мм*	при 15 *гц* и токе 15 *ма*	при 800 *гц* и токе 0,1 *ма*	при постоянном токе	при переменном токе
Вызывной клапан	3 700	50	3 000	0,2	0,4	0,12	25	19
» »	3 711	150	4 000	0,14	1,0	0,3	12	9
Вызывной или отбойный клапан	3 760 и 3 750	1 000	11 100	0,1	19	3	6	3
Отбойный клапан	3 770	2 000	15 500	0,08	35	4	3	2
Индукторный бленкер	3 791	2×30	2×1 600	0,2	0,26	0,12	8	7

Примечание. Катушки отбойного клапана в стальном чехле.

Таблица 88

Оборудование телефонной станции системы МБ с одним двухпанельным коммутатором

Наименование оборудования	№ по каталогу	Количество
Коммутатор двухпанельный, МБ×2, завода «Красная заря»	7 166	1 на 100 номеров
Главный щит переключений (выбирается по ёмкости станций+запас 25%)	—	1 на станцию
Прибор для испытания линий завода «Красная заря»	1 890	То же
Батарея из 5—6 элементов КС-МВД для токовращателя и испытательного прибора	—	1
Батарея для питания микрофона гарнитуры телефонистки из четырёх сухих элементов КС-МВД	—	1
Гарнитура телефонистки завода «Красная заря»	638	5 комплектов
Вводный щиток для дальних линий	—	1
Батарейный шкаф	—	1
Телефонные аппараты индукторные завода «Красная заря»	Настольные, стенные	По числу абонентов

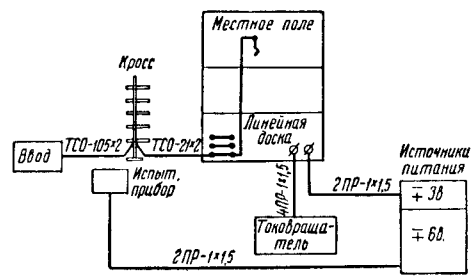
Примечание. Наибольшая величина тока, потребляемого коммутатором, составляет 80—100 *ма*.

Таблица 89

Марки и ёмкости кабелей, необходимых для монтажа телефонной станции МБ×2

Участок проводки		Марка и ёмкость кабеля
от	до	
Ввод	Кросс	ТСО-105×2
Кросс	Линейная доска коммутатора	ТСО-21×2
Испытательный прибор	Источник питания	2ПР-1×1,5
Токовращатель	Линейная доска коммутатора	4ПР-1×1,5
Источник питания	То же	2ПР-1×1,5

На железнодорожном транспорте СССР коммутаторы системы МБ×2 с многократным полем не устанавливают, так как коммутаторы системы МБ×2 применяют лишь на телефонных сетях небольшой ёмкости.



Фиг. 92. Скелетная схема кабельной проводки телефонной станции системы МБ×2

Из новых телефонных коммутаторов системы МБ, выпускаемых нашей промышленностью, на железнодорожном транспорте могут найти применение коммутаторы типа МБ-10Т ёмкостью 10—20 номеров, типа МБ-30-4 ёмкостью 30—40 номеров и МБ×2 на 100—120 номеров с возможностью включения двух междугородных линий. Данные этих коммутаторов см. [28].

Более подробные сведения о коммутаторах системы МБ×2 см. [11, 28].

Телефонные станции системы ЦБ×2

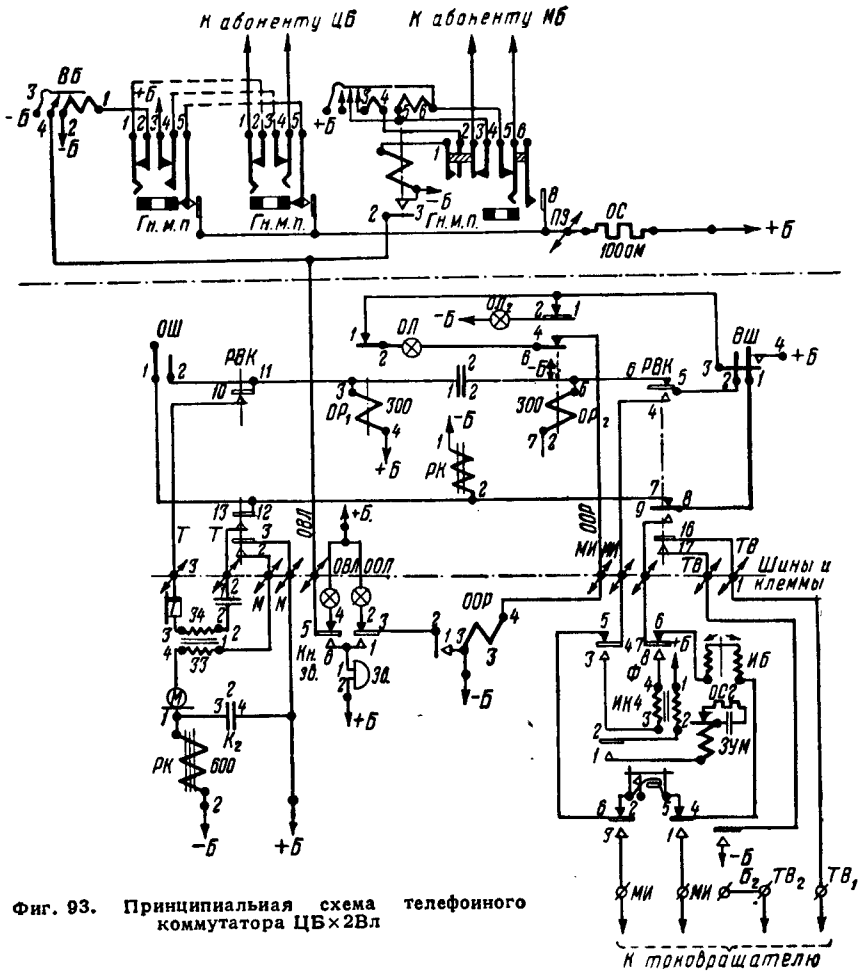
Телефонные станции системы ЦБ×2Бл. Двухпанельный коммутатор системы ЦБ×2Бл, рассчитанный на одно рабочее место, применяется на сетях с числом абонентов до 100—200. Ёмкость местного поля коммутатора равна 100 номерам, из которых: 80 номеров предназначены для включения линий абонентов ЦБ, 5 номеров для включения линий ближних абонентов МБ, 5 номеров для включения линий удалённых абонентов МБ и 10 номеров для включения входящих и двусторонних соединительных линий. Число шнуровых пар в коммутаторе равно 18. На фиг. 93

приведена принципиальная схема коммутатора ЦБ × 2Бл. Для работы коммутатора требуется постоянный ток при напряжении 24 *в*. Наибольшая величина потребляемого коммутатором тока равна около 1,3 *а*; в сутки на 1 коммутатор требуется 9,3 *а-ч*.

В качестве источников вызывного тока служат: ручной индуктор, токовращатель или вызывной трансформатор, а также машинный индуктор; для фоинческого вызова применён зуммер.

Электрические данные токовращателей приведеиы в табл. 90.

Данные о вызывных трансформаторах приведены в табл. 91.



Фиг. 93. Принципиальиая схема телефоиного коммутатора ЦБ×2Вл

Таблица 90

Электрические характеристики токовращателей

Напряжение постоянного тока в *в*	Сопротивление обмоток в *ом*		Электрические данные при активной нагрузке 2 000 *ом*		
	якоря	трансформатора	напряжение переменного тока в *в*	развиваемая мощность в *ва*	потребляемый постоянный ток в *а*
6	10	2,2; 2.2; 550	55	1,5	1,6
12	50	9; 9; 550	55	1,5	0,9
24	50	22; 22; 750	65	2,0	0,5

Таблица 91

Вызывные траисформаторы

№ трансформатора	Напряжение в *в*	Данные обмоток трансформатора			
		обмотка	сопротивление в *ом*	Марка и диаметр проволоки в *мм*	число витков
613	110/80	Первичная .	26	ПШО или ПЭ-0,5	1 400
		Вторичная .	19	ПШО или ПЭ-0,6	1 140
614	210/80	Первичная .	51	ПШО-0,45	2 800
		Вторичная .	15	ПШО-0,6	1 130

Примечание. Трансформатор имеет Ш-образный замкнутый сердечник из листового железа толщиной 0,35 *мм*. Мощность около 30 *вт*. Обеспечивает 20 вызовов одновременно. Устанавлнвается один иа стаицию.

Таблица 92

Блеикеры

Тип бленкера	№ по каталогу ВЭСО	Обмотка			Индуктивность в *гн*		Чувствительность в *ма*	
		сопротивление постоянному току в *ом*	число витков	диаметр проволоки (марка ПЭ) в *мм*	при 15 *гц* и токе 5 *ма*	при 800 *гц* и токе 0,1 *ма*	при постоянном токе	при переменном токе
Вызывной бленкер	3 731	500	8 350	0,1	4,2	1,6	10	—
Бленкер занятости	—	2 000	14 000	0,07	—	—	7	—
Вызывной или отбойный бленкер с удерживающей обмоткой	—	1 000	8 200	0,07	—	—	—	12
То же	—	250	3 300	0,10	—	—	24	—

В качестве машинного индуктора применяют пятимагнитный индуктор, соединённый посредством муфты или ремённой передачи с мотором мощностью от 60 до 90 *вт*. Машинный индуктор обеспечивает одновременную посылку до 10 вызовов при 900 оборотах якоря индуктора в минуту (частота вызывного тока 15 *гц*).

В табл. 92 приведены данные о бленкерах, применяемых в коммутаторе типа ЦБ ×2Бл.

В табл. 93 перечислено оборудование телефонной станции с одним коммутатором системы ЦБ ×2Бл.

На фиг. 94 представлена скелетная схема кабельной проводки на станции ЦБ ×2Бл, на которой указаны марка и ёмкость применяемых для монтажа кабелей.

Таблица 93

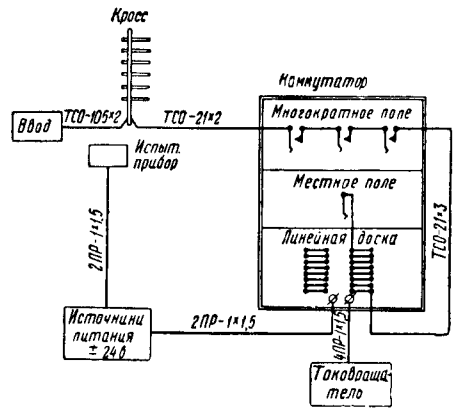
Оборудование телефоиных стаиций ЦБ×2Бл

Наименование оборудования	№ по каталогу	Количество
Коммутатор системы ЦБ×2Бл	6206Б	1 на 100 номеров
Прибор для испытания линий ЦБ	1891	1 на станцию
Сигнальный номерник на 5 сигналов	5820022	1 на 5 полос
Гарнитура телефонистки	636/637	5 на рабочее место
Токовращатель . . .	500	1 на 4 коммутатора
Траисформатор вызывного тока	625 или 626	1 на станцию
Телефонные аппараты:		
стенные	5150006	По потребности
настольные	5150007	То же

Примечание. Щит переключений (кросс) подбирают по ёмкости станции + резерв 25 %.

Размеры коммутатора: 1 595 × 646 × × 665 *мм*.

Телефоиные стаиции системы ЦБ × 2л. Коммутаторы системы ЦБ ×2л применяют на железнодорожном транспорте СССР на малых сетях при количестве абонентов до 100—200. Коммутатор системы ЦБ ×2л представляет собой двухпанельный коммутатор с вызывными и отбойными лампами накаливания, рассчитанный на одно рабочее место. Распределение ёмкости местного поля рассчитано так же, как и в коммутаторе системы ЦБ ×2Бл. Для работы коммутатора требуется постоянный ток при напряжении 24 *в*. Максимальная величина тока, потребляемого коммутатором, составляет около 1,6 *а*; в сутки на один коммутатор требуется 9,6 *а-ч*. Источники вызывного тока применяются такого же типа, как и при коммутаторах системы ЦБ ×2Бл.



Фиг. 94. Скелетная схема кабельной проводки телефонной станции системы ЦБ×2Бл

Принципиальная схема коммутатора ЦБ × × 2л приведена на фиг. 95.

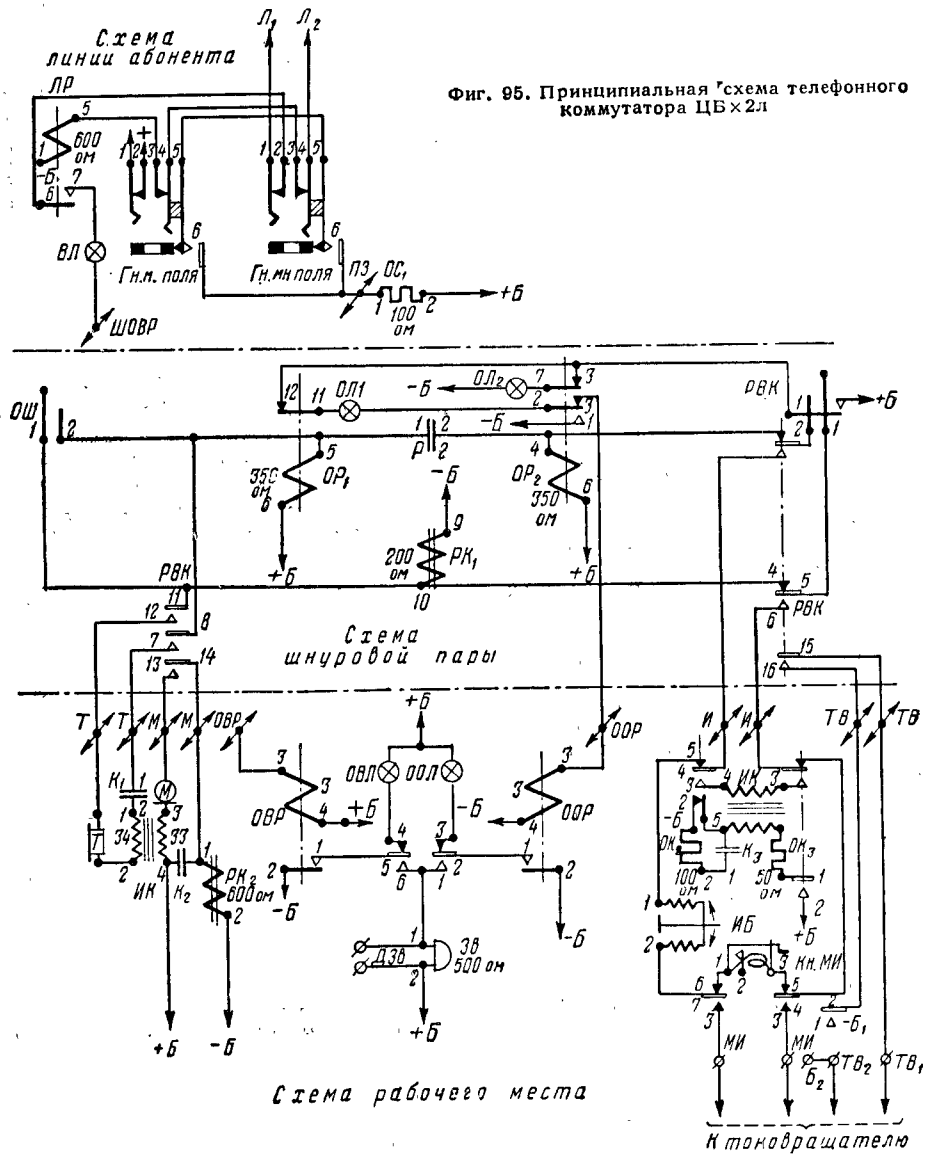
Данные об обмотках и регулировке реле коммутаторов системы ЦБ × 2 указаны в табл. 94.

Скелетная схема кабельной проводки станций ЦБ ×2л дана на фиг. 96.

В состав оборудования телефонных станций системы ЦБ ×2л, кроме оборудования, указанного в табл. 93, входит ещё статив линейных реле размерами 1 560 × 430 *мм*.

Размеры коммутатора такие же, как и коммутатора системы ЦБ ×2Бл.

Коммутаторы ЦБ ×2л получили широкое распространение благодаря простоте схемы, несложности эксплоатации и дешевизне оборудования.



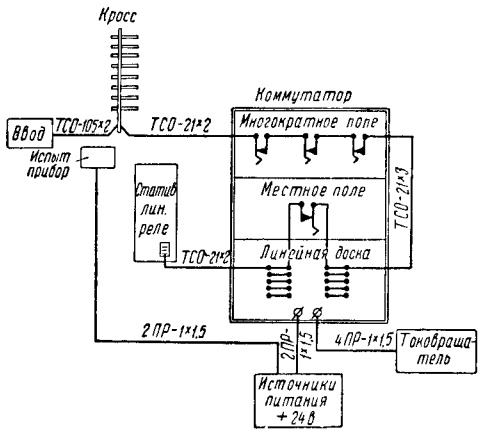
Фиг. 95. Принципиальная схема телефонного коммутатора ЦБ×2л

Таблица 94

Обмотки и регулировка реле коммутатора системы ЦБ×2

Наименование реле	Обмотка: диаметр проволоки в мм	Обмотка: сопротивление в ом	Обмотка: число витков	Контактная группа: №	Контактная группа: давление рабочей пружины в г	Якорный штифт отлипания в мм	Притяжение при токе в ма	Схема реле
ОВР и ООР	0,59	3	1 000	1	15—20	0 1	70	284.10.07
ЛР	0,15	500	11 300	1	20	0,2	10	284.25.30
ОР2	0,18	350	10 400	14—2	10	0,1	8	284.35.83
ОР1	0,18	350	10 400	2	10	0,1	8	284.46.70
ЛР	0,13	600	11 200	1	20	0,1	8	284.46.69
ОР2	0,18	350	10 100	14—2	15—20	0,1	7,8	284.46.70
ОР1	0,18	350	10 100	2	15—20	0 1	7,8	284.46.70
Индукторные реле	0,14	950	16 700	1	10	0,2	8	284.45.36
ШР	0,16	350	9 350	2	15	0,1	8	284.20.23
»	0,18	350	11 400	2—14	10	0,1	8	284.20.23
МРЦ (тип 900)	0,1	330	500	1	30	—	9,5	—

В 1940 г. телефонный завод «Красная заря» провёл модернизацию коммутатора. При модернизации коммутатора типизировано его оборудование по назначению, улучшен режим работы приборов в схемах, унифицированы схемы соединительных линий и внесены конструктивно-монтажные улучшения.



Фиг. 96. Скелетная схема кабельной проводки телефонной станции ЦБ×2л

В настоящее время после проведённой модернизации изготовляют два типа коммутаторов: ЦБ ×2У — для учрежденческих телефонных сетей (УРТС) образца 1947 г. и ЦБ ×2Г—для городских телефонных сетей.

Абоненты УРТС имеют возможность соединения с абонентами других учрежденческих или городских станций путём сквозного набора номера АТС со стороны УРТС, а также с междугородными абонентами (через ГТС).

Станции УРТС разделяются на станции без многократного поля с коммутатором для индивидуального включения и станции с многократным полем.

Ёмкость этих станций приведена в табл. 95.

Для питания коммутатора требуется источник постоянного тока напряжением 24 *в* и источник вызывного тока напряжением 60—80 *в*, частотой 15—50 *гц*.

Принципиальная схема коммутатора УРТС со сквозным набором приведена на фиг. 97.

Для связи с другими УРТС и городскими телефонными станциями в коммутаторе имеются комплекты исходящих и входящих соединительных линий.

Таблица 95

Ёмкость телефонных станций типа УРТС

Тип станции	Количество коммутаторов	Местное поле				Монтированная ёмкость многократного поля	
		общее количество номеров	в том числе				
			абонентских линий	входящих соединительных линий	исходящих соединительных линий	абонентских линий	исходящих соединительных линий
I	1	116	110	6	6	—	—
II	3	360	330	18	—	330	30
III	5	600	550	24	—	550	30

Для комплектов соединительных линий коммутаторов системы ЦБ ×2У выбрана такая схема, которая позволяет включить противоположный конец соединительной линии в абонентский комплект телефонной станции любой системы.

Принципиальные схемы исходящей и входящей соединительных линий коммутатора системы ЦБ ×2У к станции любой системы и обратно приведены на фиг. 98 и 99 соответственно.

По соединительным линиям коммутатора системы ЦБ ×2У обеспечено получение полного отбоя от местного абонента. На встречной станции отбой отмечается с момента снятия на станции с коммутатором системы ЦБ ×2У штепселя из гнезда соединительной линии. Схема не допускает возможности установления сквозных соединений между соединительными линиями.

При модернизации коммутатора системы ЦБ ×2 линейные реле нормального типа были заменены малогабаритными реле типа МРЦ, реле шнуровой пары — реле типа 300, а все прочие реле коммутатора (рабочего места и соединительных линий) — реле типа 100.

Коммутатор системы ЦБ ×2У монтируют в деревянном двухпанельном корпусе такого же размера, как и коммутатор системы ЦБ × ×2Бл. Реле линейные, шнуровые и рабочего места монтируются внутри корпуса коммутатора.

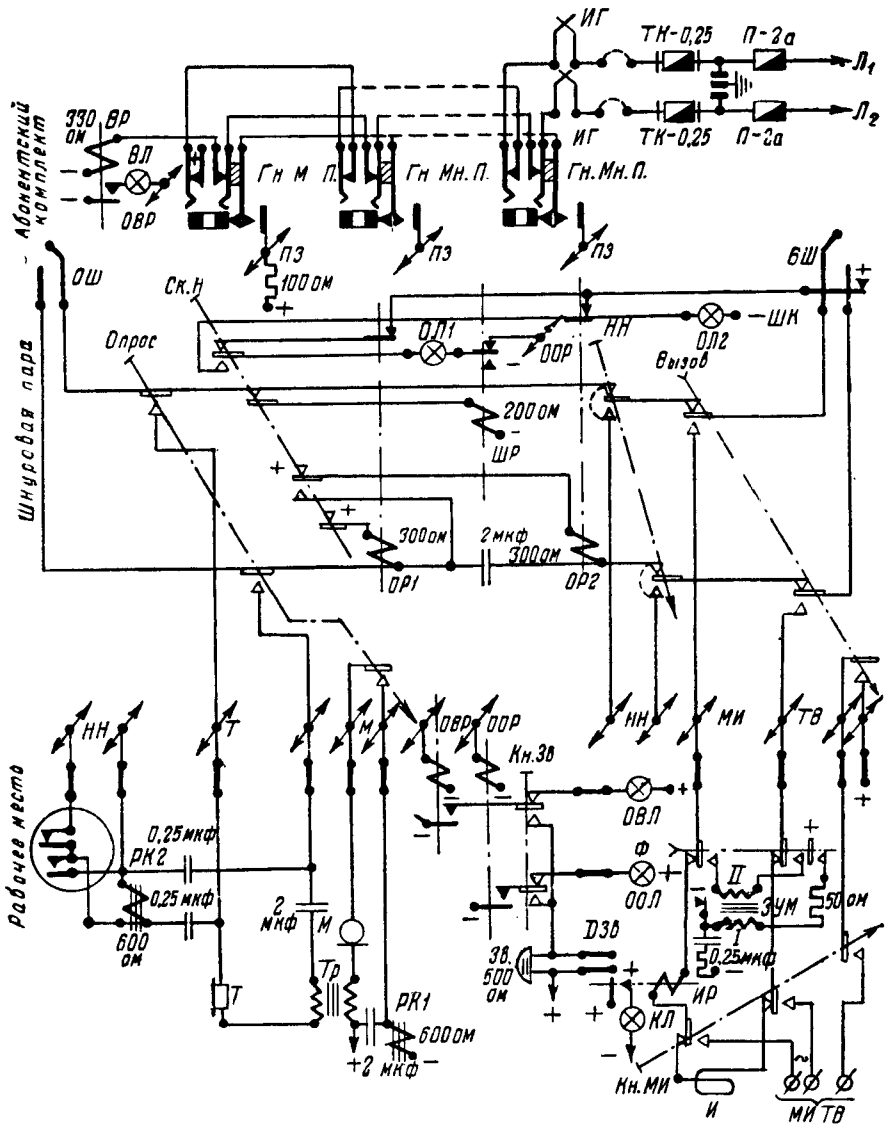
Реле соединительных линий размещают на отдельном стативе, имеющем размеры 1 560 × × 430 *мм*.

Оборудование станций типа УРТС приведено в табл. 96.

Таблица 96

Оборудование телефонной станции типа УРТС

Тип станций	Общее количество номеров	Количество коммутаторов В.312.60.01	Количество дополнительного оборудования						
			щит переключений		сигнальный номерник 542.00.66 на 10 сигналов	испытательный прибор ЦБ 052. 02.92	вызывное устройство 599.00.25	вводные коробки В. 319.00.02	комплект запасных частей В. 483.00.05
			В.318. 00.01	443.50.47					
I	116	1	1	—	—	—	1	—	1
II	360	3	—	2	1	1	2	2	1
III	600	5	—	3	1	1	2	2	5



Фиг. 97. Принципиальная схема коммутатора УРТС

Телефонные коммутаторы системы ЦБ×3×2

Основные характеристики. Телефонные коммутаторы системы ЦБ ×3 ×2 предназначаются для организации местной телефонной связи в крупных железнодорожных узлах. Детали коммутаторов монтируют в двухпанельных корпусах на одно рабочее место. Число шнуровых пар в коммутаторе равно 18.

Телефонные станции местной связи, оборудуемые коммутаторами системы ЦБ ×3 ×2, выпускаются двух типов:

а) станции без многократного поля из 1—2 коммутаторов;

б) станции с многократным полем из 3—6 коммутаторов.

Основные данные о станциях обоих типов приведены в табл. 97.

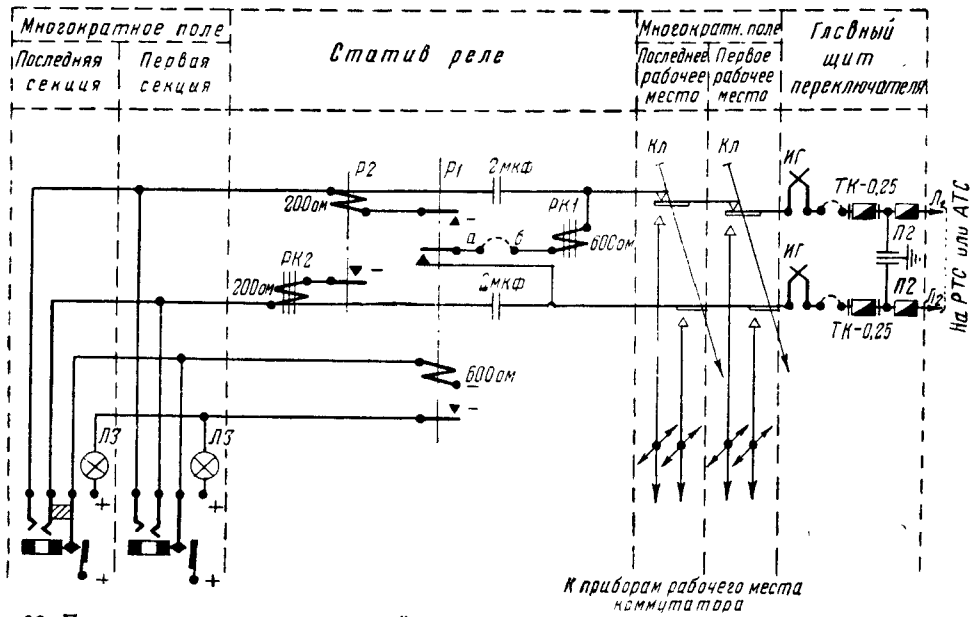
В коммутаторах с многократным полем последнее монтируется по четырёхпанельной системе с анексами.

Для питания коммутатора требуется постоянный ток при напряжении 24 *в*. Наибольший ток, потребляемый коммутатором, составляет около 3,25 *а*. В сутки на один коммутатор требуется 20 *а-ч*. В качестве источников вызывного тока пользуются токовращателем, вызывным трансформатором или машинным индуктором.

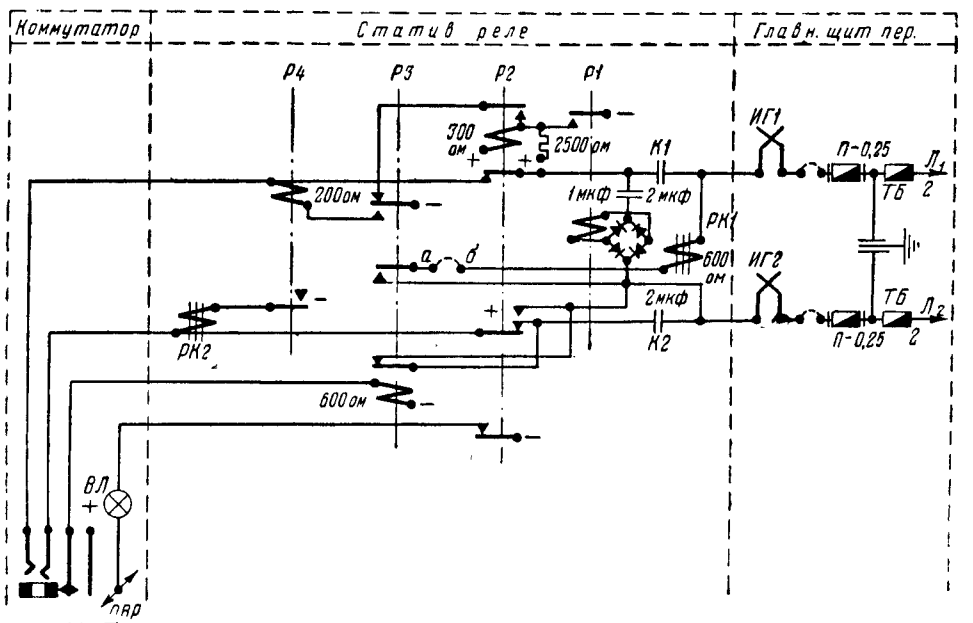
Принципиальная схема коммутатора системы ЦБ ×3 ×2 приведена на фиг. 100.

Технические данные о деталях к схеме коммутатора ЦБ × 3 × 2 приведены в табл. 98.

Заводы МПС изготовляют телефонные коммутаторы системы ЦБ ×3 ×2 с универсальными схемами соединительных линий.



Фиг. 98. Принципиальная схема исходящей соединительной линии от коммутатора ЦБх2У к станции любой системы



Фиг. 99. Принципиальная схема входящей соединительной линии к коммутатору ЦБ×2У

Характеристика соединительных линий приведена ниже.

Состав оборудования телефонных станций с коммутаторами типа ЦБ ×3 ×2 следующий:

Станция типа I

Коммутаторы ЦБ × 3 × 2 — 1—2 шт.

Стативы линейных реле — по одному на рабочее место.

Стативы шнуровых реле — по одному на каждые 2 коммутатора.

Микротелефонная трубка—одна на коммутатор.

Станция типа II

Коммутаторы ЦБ ×3 ×2 — 3—6 шт.

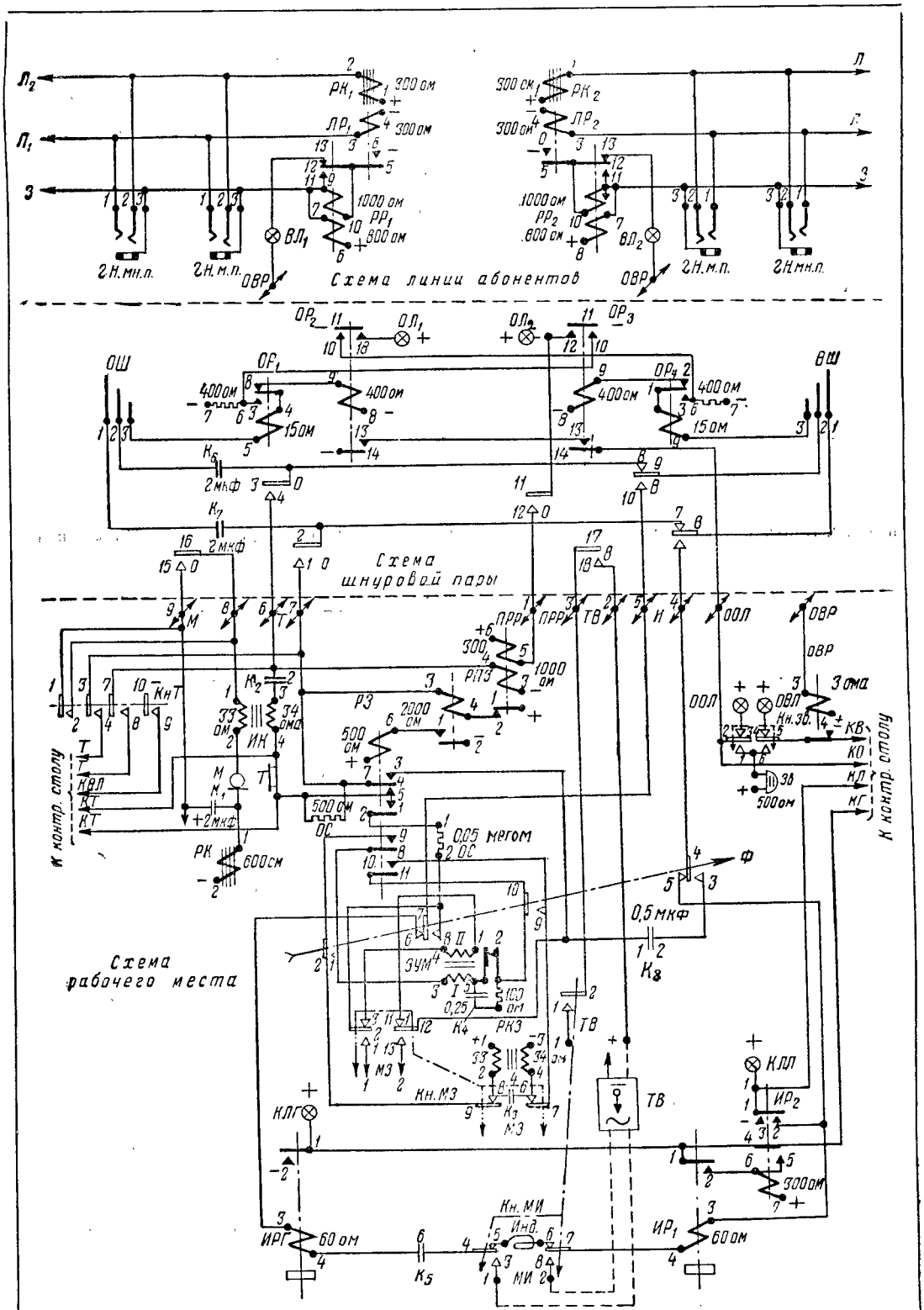
Стативы линейных реле—по одному на рабочее место.

Стативы шнуровых реле — по одному на каждые 2 коммутатора.

Микротелефонная трубка — по одной на коммутатор.

2—3 универсальных набора деталей для оборудования встречных коммутаторов.

Щиты переключений — с предельной ёмкостью примерно в 1,6—2 раза больше ёмкости, поставляемой станции.



Фиг. 100. Принципиальная схема телефонного коммутатора системы ЦБ×3×2. Провод от машинного индуктора, идущий к контакту 8 кнопки *МИ*, имеет минус на токораспределительном щитке

Таблица 97

Телефонные станции с коммутаторами системы ЦБ×3×2

Тип станций	Количество коммутаторов	Местное поле: количество номеров в каждом коммутаторе	Местное поле: количество номеров на станции	Местное поле: количество в каждом коммутаторе: абонентских линий	Местное поле: количество в каждом коммутаторе: двусторонних соединительных линий	Количество исходящих соединительных линий	Монтируемая ёмкость многократного поля: абонентских линий	Монтируемая ёмкость многократного поля: исходящих соединительных линий	Монтируемая ёмкость многократного поля: заказных линий
I	1—2	100	100—200	95	5	5	—	—	—
II	3—6	100	300—600	95	До 5 (по фактической потребности)	—	285—570 (из расчёта 95 номеров на один коммутатор)	До 30 (по фактической потребности)	5

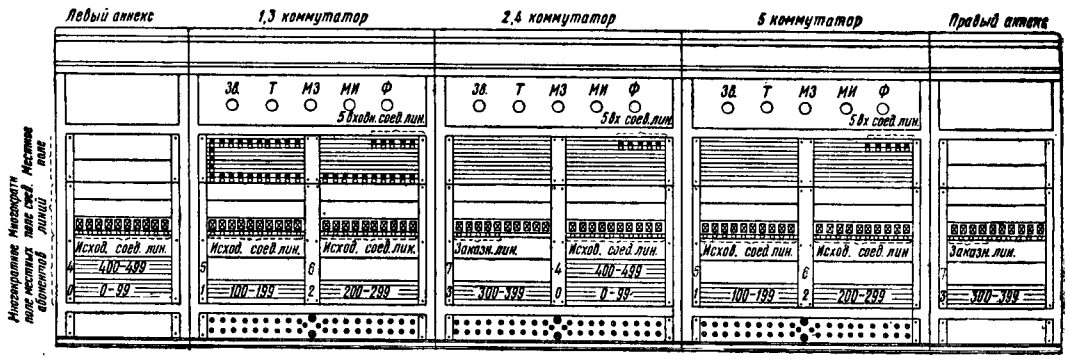
Таблица 98

Детали коммутатора системы ЦБ×3×2

Наименование прибора	Обозначение на схеме	Проволока: марка	Проволока: диаметр в *мм*	Число витков обмотки	Сопротивление обмотки в *ом*
Микротелефон:					
микрофон	*М*	Микрофонный капсюль ЦБ № 5			
телефон	*Т*	ПЭ;	0,1	800×2	60×2
зуммер	*Зум*	IПЭ	0,41	350	2,7±0,4
		IIПЭ	0,16	2 250	140^{+28}_{-14}
Звонок	*Зв*	ПЭ	0,1	3 500×2	250±25
Катушки:					
реактивная	*РК*	ПЭ	0,12	8 000	600±60
индукционная	*ИК*	IПЭ	0,2	1 100	33+ 3
реактивная зуммера	*РКЗ*	IIПЭ	0,2	1 500	34+ 3
Индукторное реле:					
линии *2*	*ИРЛ2*	ПЭ	0,19	9 800	300±30
линии *1*	*ИРЛ1*	ПЭ	0,29	4 500	60± 6
генератора	*ИРГ*	—	—	—	—
Реле общевызывное	*ОВР*	ПЭ	0,59	1 000	3±0,3
Пробное разделительное реле	*ПРР*	IПЭ	0,1	1 300	1 000±10
		IIПЭ	0,12	3 800	300±30
Реле пробы занято	*РПЗ*	ПЭ	0,12	24 600	2 000
Реле зуммера	*РЗ*	ПЭ	0,14	12 100	600±60
Отбойное реле	$ОР_3$	ПЭ	0,15	10 000	400±40
» »	$ОР_4$	ПЭ	0,88	2 300	15±1,5
Сопротивление	400 *ом*	ПЭШОК	0,15	—	400±10
Отбойное реле	$ОР_2$	ПЭ	0,15	10 000	400±40
» »	$ОР_1$	ПЭ	0,88	2 300	15±1,5
Сопротивление	400 *ом*	ПЭШОК	0,15	—	400±40
Разделительное реле	$РР_2$	IПЭ	0,12	10 300	600±60
		IIПЭ	0,11	9 500	1 000±100
Реактивная катушка	$РК_2$	ПЭ	0,17	8 850	300±30
Линейное реле	$ЛР_2$	ПЭ	0,17	8 850	300±30
Разделительное реле	$РР_1$	IПЭ	0,12	10 300	600±60
		IIПЭ	0,17	9 500	1 000±100
Реактивная катушка	$РК_1$	ПЭ	0,17	8 850	300±30
Линейное реле	$ЛР_1$	ПЭ	0,17	8 850	300±30
Сопротивление	100 *ом*	ПЩДК	0,2	—	100±10
»	500 *ом*	ПЩДК	0,1	—	500±10
»	0,05 *мгом*	Типа Каминского		—	0,05 *мгом*
Индуктор	*ИНД*	Пятимагнитный		—	—
Отбойные лампы	*ОЛ1, ОЛ2, ООЛ*	Коммутаторные лампы на 24 *в*			
Вызывные лампы	*ВЛ, ОВЛ*	—	—	—	—
Конденсатор	$К_5$	Ёмкость 6 *мкф*, составлен из трёх конденсаторов типа БП-200-2П			
»	$К_4$	Тип БП-200-0,25-П, ёмкость 0.25±0,025 *мкф*			
»	$К_3$	Ёмкость 4 *мкф*, составлен из двух конденсаторов типа БП-200-2П			
»	*К1, К2, К6* и *К7*	Тип БП-200-2П, ёмкость 2+0,2 *мкф*			

Комплекты приборов защиты к кроссу — в количестве, на 40—50% большем ёмкости, поставляемой станции. Примерный план полей телефонной станции системы ЦБ×3×2 ёмкостью на 500 номеров показан на фиг. 101.

При составлении этого плана было принято, что на станции имеется по 25 входящих и исходящих соединительных линий и 5 заказных линий на междугородную телефонную станцию.

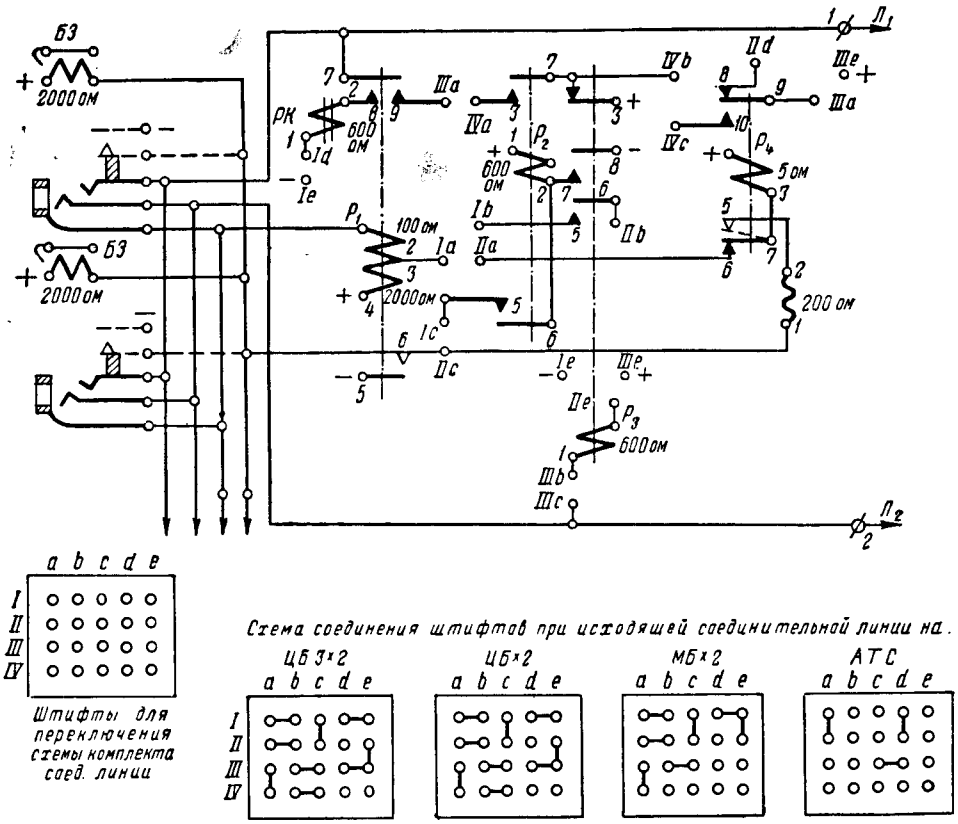


Фиг. 101. План полей телефонной станции системы ЦБ×3×2 ёмкостью на 500 номеров. Ёмкость местного поля 500 номеров, в том числе 475 местных абонентов и 25 входящих соединительных линий. Заказных линий 5, универсальных исходящих соединительных линий 25, универсальных входящих соединительных линий 25. Расшивка многократного поля выполняется по четырёхпанельной системе. Система счёта рамок и гнёзд в поле коммутатора—слева направо и снизу вверх

Соединительные линии. Для монтажа комплектов реле исходящих и входящих (и двусторонних) соединительных линий в коммутаторах ЦБ ×3 ×2 могут быть использованы универсальные схемы, разработанные Н. Н. Ильиным.

Сущность этих схем заключается в том, что все их узловые точки выведены на специальный стрипс ёмкостью 5×5 штифтов (фиг. 102—103), который устанавливается на стативе линейных реле рядом с комплектами реле исходящих и входящих двусторонних соединительных линий.

Для того чтобы собрать любую необходимую схему соединительной линии, требуется только установить соответствующие перемычки на стрипсе согласно схемам перепайки штифтов, приведённым на фиг. 102, для исходящих



Фиг. 102. Схема универсального комплекта исходящей соединительной линии. Добавочный контакт гнезда включается при монтаже многократного поля только у комплектов, предназначенных для включения исходящих соединительных линий на АТС

Таблица 99

Технические характеристики приборов комплекта реле исходящей соединительной линии

Характеристика	Обозначения реле и сопротивлений					
	Р1	*Р2*	*Р3*	*200 ом*	*Р4*	*РК*
№ катушек	22 403	11 065	11 065	—	22 410	11 065
Сопротивление в *ом*	100; 2 000	600	600	200	5	600
Число витков	4 100;16 000	12 100	12 100	Константан, бифилярная обмотка	1 300	12 100
Марка провода	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭШК	ПЭ	ПЭ
Диаметр провода в *мм*	0,18;0.10	0,14	0,14	0,20	1,5	0,14
Срабатывает при токе в *ма*	36; 9	13	20	—	140	—
Не срабатывает при токе в *ма*	—	—	—	—	120	—
Отпускает при токе в *ма*	—	—	—	—	75—90	—
Якорный штифт в *мм*	0,2	0,10	0,2	—	0,2	—
Ход якоря в *мм*	0,7	0,7	0,7	—	0,7	—
Нагрузка якоря в *г*	5—10	5—10	5—10	—	5—10	—
Контактное давление в *г*	20	25	25	—	20	—
Давление свободной пружины в *г*	5—10	5—10	5—10	—	5—10	—
Люфт между контактами в *мм* не менее	0,3	0,3	0,3	—	0,3	—

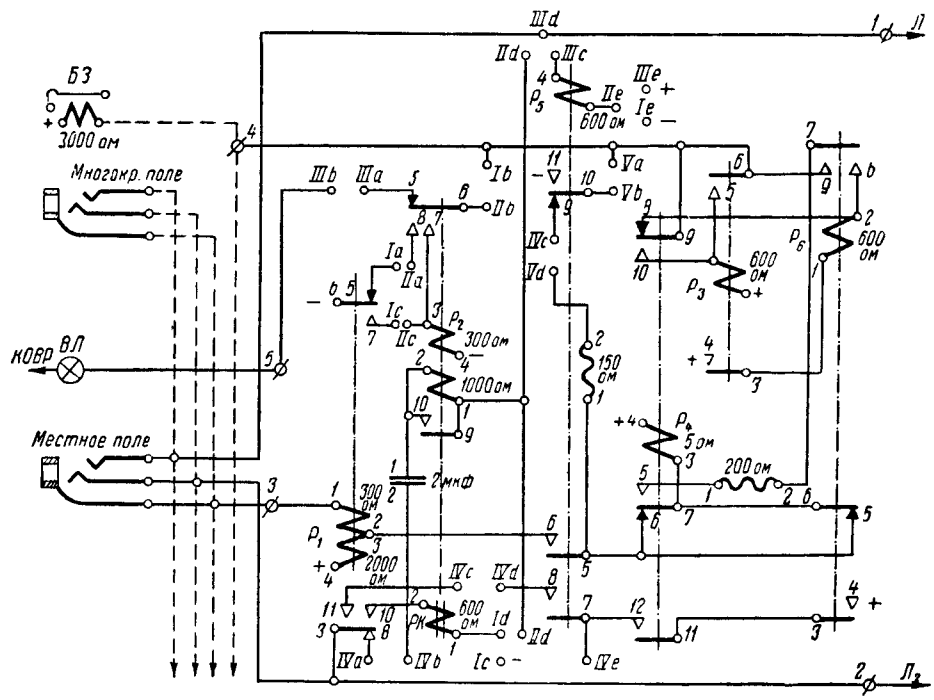


Схема перемычек между штифтами при:

	входящей соединит. линии от АТС					входящей соединит. линии от ЦБ×3×2					входящей соединит. линии от ЦБ×2					входящей соединит. линии от МБ×2					двухсторон соединит. линии с ЦБ×3×2					двухсторон соединит. линии с ЦБ×2					двухсторон соединит. линии с МБ×2					Вход с/л при гор. АТС сист ЦБ				
	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
I	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
II	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
III	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
IV	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
V	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Фиг. 103. Схема универсального комплекта входящей соединительной линии. Многократное поле монтируется при установке станции только у комплектов, предназначенных под двусторонние соединительные линии

Таблица 100

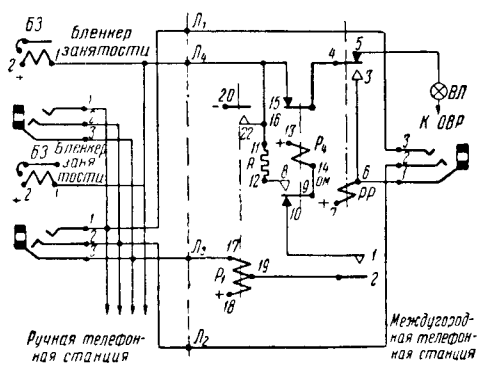
Технические характеристики приборов комплекта реле входящей двусторонней соединительной линии

Характеристика	Обозначения реле, катушки и сопротивлений						
	Р1	*Р2*	*Р3*	*Р4*	*Р5*	*Р6*	*РК*
№ катушек	22 403	22 401	11 065	22 410	22 407	11 065	11 065
Сопротивление в *ом*	100; 2 000	300; 1 000	600	5; 200	600; 150	600	600
Число витков	4 100; 16 000	3 900; 13 000	12 100	1 300; константан, бифилярная обмотка	12 800; константан, бифилярная обмотка	12 100	12 100
Марка провода	ПЭ	ПЭ	ПЭ	ПЭШК	ПЭШК	ПЭ	ПЭ
Диаметр провода в *мм*	0,13; 0,10	0,12; 0,10	0,14	1,51; 0,20	0,20	0,14	0,14
Срабатывает при токе в *ма*	40; 10	50; 19	13	140	10	15	—
Не срабатывает при токе в *ма*	—	—	—	120	—	—	—
Отпускает при токе в *ма*	—	—	—	75—90	—	—	—
Якорный штифт в *мм*	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
Ход якоря в *мм*	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	—
Нагрузка якоря в *г*	5—10	5—10	5—10	5—10	5—10	5—10	—
Контактное давление в *г*	20	20	25	20	20	25	—
Давление свободных пружин в *г*	5—10	5—10	5—10	5—10	5—10	5—10	—
Люфт между контактами в *мм* не менее	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	—

соединительных линий и на фиг. 103 для входящих—двусторонних соединительных линий.

В табл. 99 приведены необходимые технические данные к схеме фиг. 102.

В табл. 100 приведены необходимые технические данные к схеме фиг. 103.



Фиг. 104. Схема заказной линии

Заказные линии со станции ЦБ ×3 ×2 на междугородную телефонную станцию монтируются по схеме фиг. 104; технические данные по ней приведены в табл. 101. Более подробные сведения о коммутаторах системы ЦБ см. [11, 28, 36, 37].

Основные указания по монтажу кабелей на ручных телефонных станциях

Включение кабелей в штифты и перья. Для предохранения от разлохмачивания концы кабеля прошпаривают воском. Расшивка кабеля производится на шаблоне.

Пайка производится с помощью припоя и канифоли или гарпиусом. Применение кислоты категорически воспрещается во избежание окисления.

Включение кабелей в рамки гнёзд многократного поля. Монтаж кабелей гнёзд многократного поля производится по способу петли. Для подачи плюса батарей (сигнала занятости) на корпус рамок при расшивке кабеля на шаблоне закладывается для каждой рамки отдельный монтажный провод с изоляцией красной расцветки.

Монтаж сигнальных проводов и шнуров. Зуммерные и индукторные провода должны быть перевиты между собой и уложены отдельными пакетами.

Монтаж кабелей и кабельные желоба. Пакеты кабелей, соединяющих отдельные части

Таблица 101

Технические данные о приборах схемы заказной линии

Характеристика	Реле, катушки, сопротивление и пр.				
	БЗ	*Р1*	*R*	*Р4*	*РР*
Сопротивление в *ом*	2 000 ±10%	I 100 ±10% II 2 000 ±10%	200±10%	5 ±5%	500 ±10%
Число витков	14 000	I 4 100 II 16 000	—	1 300	12 100
Марка провода	ПЭ	I ПЭ II ПЭ	ПЭШК	ПЭ	ПЭ
Диаметр провода в *мм*	0,04	I-0,18 II-0,1	0,15	0,51	0,14

станции, укладываются в виде пакетов в желоба. Желоба могут быть подвесные и напольные. Подвесной желоб состоит из двух бортов из полосовой стали (сечением 40×5 или 40×6 *мм*), скреплённых круглыми стальными скалками. Расстояние между скалками берётся от 150 до 200 *мм*. Ширина желоба берётся 150—200 *мм*. Пакет кабелей укладывается на скалки. Кабели пакета перевязываются друг с другом и со скалками шпагатом.

Напольные желоба изготовляют в виде ящиков из дерева. Внутри желоба обиваются кровельным железом.

Подвесные желоба применяются в помещениях кроссов и стативов реле, а напольные употребляются в коммутаторных залах и в кроссах малых станций.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СТАНЦИИ

Устройства автоматической телефонной станции должны обеспечивать:

а) возможность быстрого установления соединения;

б) подачу абонентам звуковых сигналов: вызывающему — готовности (сигнал ответа) станции, занятости, контроля посылки вызова; вызываемому — звонкового сигнала вызова;

в) возможность связи по соединительным и дальним линиям с абонентами других телефонных станций;

г) блокировку приборов, занятых ранее, от нового занятия;

д) исключение возможности занятия неисправных приборов или соединительных путей к выключенным приборам;

е) освобождение приборов при даче абонентом отбоя на любом этапе соединения (кроме АТС с односторонним отбоем) и после окончания разговора;

ж) минимум помех, вносимых в телефонную передачу приборами станции при их работе.

На железнодорожном транспорте СССР применяют АТС:

а) машинной системы завода «Красная заря», выпускавшиеся до 1941 г., полной ёмкостью в 6 000 и 48 000 номеров [8,37];

б) шаговой системы заводов «Красная заря» и ВЭФ, а также фирмы Сименс и Гальске [54, 63, 71].

Ниже приводятся основные характеристики шаговых АТС, получивших большое распространение на сети железных дорог СССР.

Типы железнодорожных шаговых автоматических телефонных станций и выполняемые ими функции

На железнодорожном транспорте СССР применяют шаговые АТС, сокращённо называемые ЖАТС, следующих типов:

а) УАТС-48 завода «Красная заря» и УАТС-49 завода ВЭФ — учрежденческие АТС, созданные на базе приборов городских АТС типа ГАТС-47 [71]. Станции типа УАТС-48 и УАТС-49 отличаются друг от друга только устройством передаточных столов для входящей связи;

б) ЖАТС-48 завода ВЭФ — специальная железнодорожная АТС с применением одних вращательных искателей типа ШИ-11;

в) ЕВ-5 Сименс и Гальске — специальная железнодорожная АТС [63];

г) ЕВ-3 Сименс и Гальске —АТС типа F, приспособленная для железнодорожного транспорта [54];

д) ЕВ-1 Сименс и Гальске — АТС типа А, приспособленная для железнодорожного транспорта [63].

Железнодорожные АТС, кроме указанных выше основных функций, выполняют ещё специальные функции, перечисленные для станций разного типа в табл. 102.

При условии доукомплектования дополнительными устройствами ЖАТС шаговой системы позволяют сверх того осуществлять:

а) включение в одну линию двух аппаратов с возможностью их раздельного вызова;

б) наведение справки, т. е. вызов второго абонента с того же телефонного аппарата без нарушения ранее установленного соединения;

в) автоматическую передачу поступающего вызова на второй аппарат, если по первому аппарату абонент не отвечает;

г) поисковую сигнализацию;

д) организацию групповых вызовов работников аварийных команд.

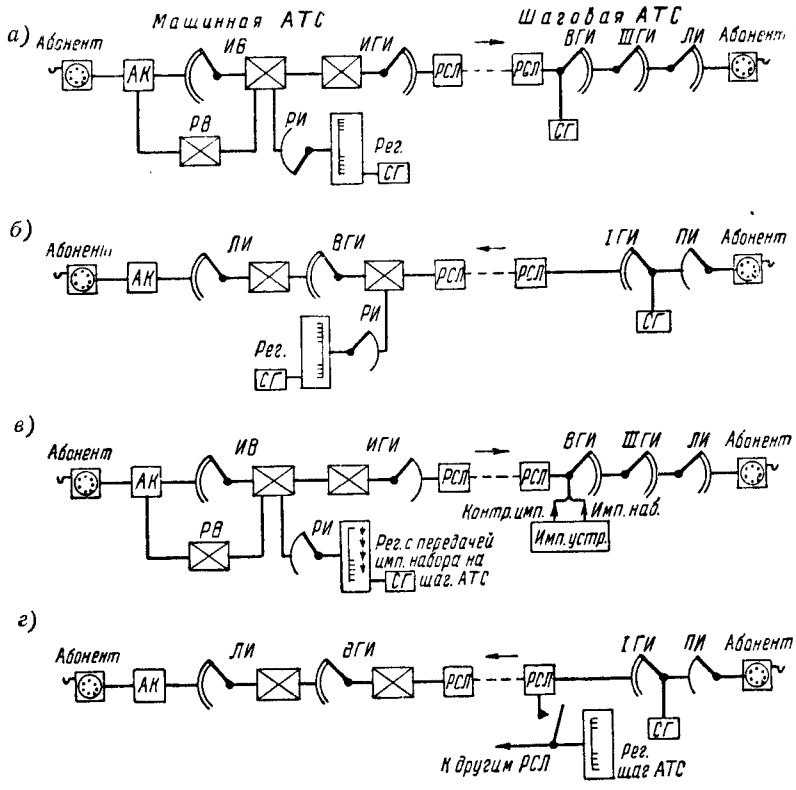
Специальные функции ЖАТС шаговой системы разных типов Таблица 102

Тип шаговой АТС	УАТС-48, УАТС-49	ЖАТС-48	ЕВ-5	ЕВ-3	ЕВ-1
Возможность группового (*Г*) и индивидуального (*И*) ограничения права выхода на отдельные декады *I ГИ*	*	*Г*	*И*	*	*
Возможность выяснения номера вызвавшего абонента	+	—	—	—	—
Транслирование импульсов набора через *ЛИ*	**	+	+	+	—
Возможность подключения к занятому абоненту для определённой группы абонентов	—	+	+	+	+
Возможность передачи обратных импульсов набора (от вызванного абонента)	—	—	+	—	—
Освобождение приборов станции при занятии их в случае повреждения линии абонента	+	—	+	—	—
Возможность осуществления серийного искания	+	+	+	—	—

* Возможно ограничение разделением поля *I ГИ* для групп не менее 50 абонентов.
** Только через специальные *ЛИ*.

Условия совместной работы АТС различных типов

В одной сети возможна совместная работа без применения специальных переходных устройств шаговых АТС типов ЖАТС-48 и ЕВ-5, а также типов УАТС-48, УАТС-49 и ЕВ-3. В остальных случаях для увязки станций между собой необходимо устанавливать переходные комплекты.



Фиг. 105. Скелетные схемы связи между АТС машинной и шаговой систем

Совместная работа АТС шаговой и машинной систем может быть осуществлена следующими способами:

а) двукратным набором номера вызываемого абонента (фиг. 105, *а* и *б*) и

б) непосредственным набором номера требуемого абонента (фиг. 105, *в* и *г*).

При двукратном наборе сперва набирается номер, присвоенный требуемой станции, а после получения сигнала готовности от входящего группового искателя (связь от машинной АТС к шаговой, фиг. 105,*а*) или из регистра (связь от шаговой АТС к машинной (фиг. 105, *б*) — абонентский номер.

Увязка схем шаговой и машинной АТС для обеспечения непосредственного набора номера производится с помощью специального промежуточного оборудования, при одновременной переделке схемы регистра станций машинной системы.

В случае установления связи от машинной АТС к шаговой (фиг. 105, *в*) набираемый абонентом номер полностью фиксируется регистром. Регистр управляет движением группового искателя машинной системы, а после занятия соединительной линии к шаговой АТС регистр передаёт приборам последней серии импульсов тока, соответствующие набранному номеру.

При связи от шаговой АТС к машинной (фиг. 105, *г*) первый знак набираемого номера воспринимается групповым искателем. После отыскания свободной соединительной линии к машинной АТС к комплекту реле соединительной линии подключается регистр, который фиксирует остальные цифры номера и управляет приборами машинной АТС. Регистры могут быть изготовлены из деталей как шаговой, так и машинной системы и могут быть установлены на соответствующей АТС. Каждый регистр обслуживает группу из 3—4 соединительных линий. Соединительная линия считается свободной и может быть занята для установления соединения при условии, если прикреплённый к ней регистр не занят в данный момент времени установлением соединения по другой линии.

Шаговые АТС

Нормальная работа приборов АТС обеспечивается при следующих данных:

а) напряжение центральной батареи 58 ÷ ÷64 *в* (номинально 60 *в*);

б) сопротивление абонентской линии (без аппарата) не более 1 000 *ом* при сопротивлении изоляции 20 000 *ом*, рабочей ёмкости между проводами линии не более 0,5 *мкф* и ёмкости конденсатора аппарата 1 *мкф*;

в) скорость хода диска номеронабирателя 9÷11 импульсов в секунду; импульсный коэфициент (отношение времени разрыва контакта к времени замыкания) 1,3 ÷ 1,9 (номинально 1,5).

Приборы АТС вносят в разговорную цепь затухание порядка 0,08 ÷ 0,12 *неп* при частоте 800 *гц* (при замене телефонных аппаратов эквивалентными сопротивлениями, равными 1 000 *ом*); переходное затухание между разговорными цепями в пределах станции не должно быть ниже 9 *неп* при частоте 800 *гц*.

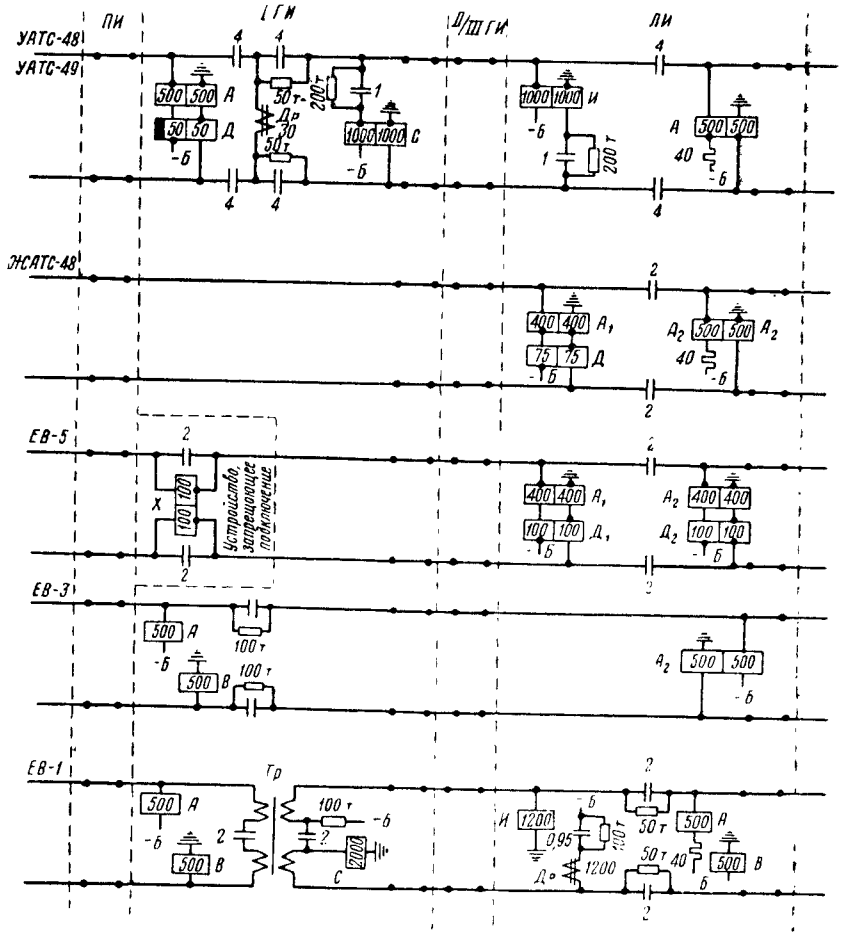
В табл. 103 указаны основные приборы, применяемые в АТС различных типов, а в табл. 104—способы осуществления питания и управления приборами АТС.

На фиг. 106 приведены схемы разговорных цепей для АТС различных типов.

Скелетные схемы местных АТС

шаговой системы с двумя ступенями искания представлены на фиг. 107 и 108. На схеме фиг. 107 входящая связь от городской телефонной станции осуществляется через передаточный стол с многократным полем. Входящая связь от междугородной телефонной станции устанавливается по многократному полю междугородного коммутатора.

При схеме фиг. 108 эти связи устанавливаются через приборы ЖАТС.



Фиг. 106. Схемы разговорных цепей: *А* — питающие — импульсные реле; *В*—питающие реле; *Д*—диференциальное реле; *И*, *С*, *Х*—вспомогательные реле; *Др*—дроссель

Таблица 103

Основные приборы АТС шаговой системы

Тип АТС	*ПИ*	*I ГИ*	*II/III ГИ*	*ЛИ*
УАТС-48, УАТС-49 . .	ШИ-11, 2 реле	ДШИ, 8 реле	ДШИ, 3 реле	ДШИ, 10 реле
ЖАТС-48 .	ШИ-11, 2 реле	11 шт. ШИ-11, 8 реле	То же, что *I ГИ*	11 шт. ШИ-11, 14 реле
ЕВ-5 . . .	ШИ-11, 2 реле	ДШИ, 5 реле	» » » *I ГИ*	ДШИ, 11 реле
ЕВ-3 . . .	I ПИ-ШИ-11, 2 реле II ПИ-ШИ-17, 2 реле	ДШИ, 7 реле	ДШИ, 4 реле	ДШИ, 8 реле
ЕВ-1 . . .	I ПИ-ШИ-11, 2 реле II ПИ-ШИ-17, 2 реле	ДШИ, 9 реле, трансформатор	ДШИ, 5 реле	ДШИ, 8 реле, токораспределитель на 11 положений

Примечание. В предыскателях АТС всех типов, кроме ЕВ-5, применены искатели с четырьмя щётками, а в АТС типа ЕВ-5—с пятью щётками.

Таблица 104

Способы осуществления питания и управления приборами АТС

АТС типа	УАТС-48 и УАТС-49	ЖАТС-48 и ЕВ-5	ЕВ-1	ЕВ-3
Подача питания *Аб*$_1$ при наборе	Из *I ГИ*	Из *ГИ* или *ЛИ*, воспринимающих очередной знак номера, или из комплекта *РСЛ* исходящей соединительной линии	Из *I ГИ*	Из *I ГИ*
Подача питания при разговоре	*Аб*$_1$—из *I ГИ* *Аб*$_2$—из *ЛИ*	*Аб*$_1$—из *ЛИ* или комплекта *РСЛ* исходящей соединительной линии. *Аб*$_2$—из *ЛИ*	*Аб*$_1$—из *I ГИ* *Аб*$_2$—из *ЛИ*	*Аб*$_1$—из *I ГИ* *Аб*$_2$—из *ЛИ*
Передача импульсов набора через *ГИ*	Подачей из *I ГИ* + *Б* (земля) на жилу *a*, —*Б* на жилу *b*	Разрывом шлейфа разговорных жил *a—b*	Подачей из *I ГИ*+*Б* на жилу *a*. Одновременно к жиле *b* подключается—*Б* (через сопротивление 500 *ом*) на всё время набора каждого знака (серии импульсов)	
Ответ *Аб*$_2$ и передача импульса ответа	В *ЛИ* от жилы *a* отключается —*Б* и подключается +*Б* (земля) через реле сопротивлением 1 000 *ом*	Импульс ответа передаётся от *ЛИ* кратковременным увеличением тока в цепи жилы *c*	Импульс ответа передаётся от *ЛИ* кратковременным увеличением тока в цепи жилы *c*	Импульс ответа передаётся от *ЛИ* кратковременной подачей +*Б* по жиле *a*
Подключение к занятому абоненту	Не предусмотрено	Заземлением средней точки разговорного шлейфа *a—b*	Подачей на жилу *a* — *Б* из *I ГИ* через сопротивление 2 000 *ом*	Подачей на жилу *a* земли из *I ГИ*
Отбой и освобождение приборов станции	При отбое *Аб*$_1$ в *I ГИ* к проводу *a* подаётся *Б* — и на стороне *ЛИ* появляется абонентский сигнал (*АС*). При отбое *Аб*$_2$ в *ЛИ* на провод *b* подаётся *Б* — и на стороне *I ГИ* появляется абонентский сигнал. Освобождение приборов после отбоя обоих абонентов разрывом жилы *c*, начиная от *I ГИ*	После отбоя одного из абонентов происходит освобождение приборов за счёт разрыва цепи жилы *c*, начиная от *ЛИ* или комплекта *РСЛ* исходящей соединительной линии	Отбой *Аб*$_1$ воспринимается *I ГИ* и приборы освобождаются за счёт разрыва цепи жилы *c*. Отбой *Аб*$_2$ воспринимается *ЛИ* и передаётся к *I ГИ* подачей —*Б* на жилу *b*, после чего происходит освобождение приборов	Отбой от абонента воспринимается *I ГИ* или *ЛИ* и освобождение осуществляется разрывом цепи жилы *c*

Принятые сокращения:

Аб$_1$—вызывающий абонент; *Аб*$_2$—вызываемый абонент; +*Б*, —*Б*—плюсовый и минусовый полюсы батареи; *a* и *b*—разговорные жилы; *c*—сигнальная жила.

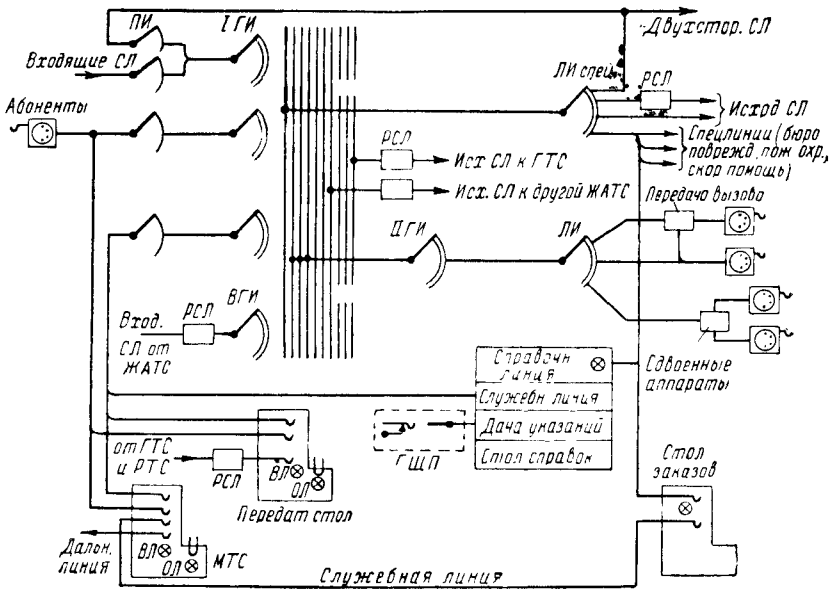
Связь с междугородной телефонной станцией (МТС), эксплоатируемой по заказной системе

Вызов стола заказов осуществляется по специальным соединительным линиям.

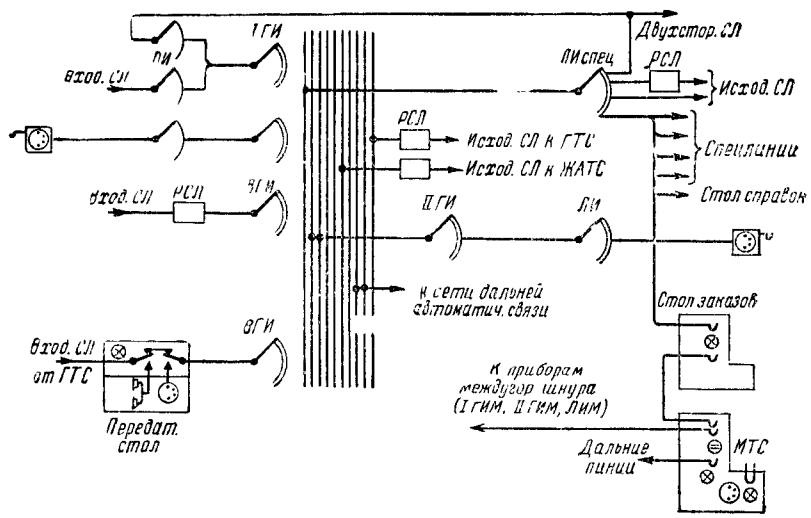
Каждое рабочее место стола заказов оборудуют двумя комплектами заказных линий

Устройства, связывающие междугородную телефонную станцию и ЖАТС, должны обеспечивать:

а) возможность вызова телефонисткой междугородной телефонной станции любого абонента или любой соединительной линии, включённых в ЖАТС;



Фиг. 107. Скелетная схема ЖАТС с двумя ступенями группового искания при внешней связи через передаточный стол



Фиг. 108. Скелетная схема ЖАТС с двумя ступенями группового искания при внешней связи через приборы ЖАТС

и одной служебной линией. Схемой столов заказов предусматривается возможность объединения рабочих мест, с тем чтобы в часы небольшой нагрузки одна телефонистка обслуживала вызовы, поступающие по другим соединительным линиям. Схемы столов заказов и соединительных линий см. [52].

б) возможность подключения к занятому абоненту;

в) при согласии занятого абонента вступить в разговор по дальней связи возможность отключения (сбрасывания) второго абонента;

г) взятие на подготовку абонента, после

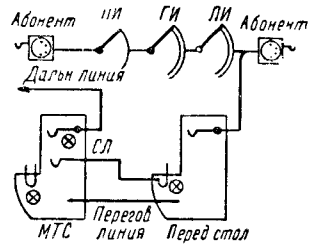
чего этот абонент остаётся соединённым с коммутатором;

д) возможность посылки вызова взятому на подготовку абоненту;

е) предоставление взятому на подготовку абоненту, занятому в местном соединении, возможности закончить ведущийся разговор, пока не освободится дальняя линия;

ж) при подключении к занятым абонентам—подачу сигнала подключения, не мешающего разговору;

з) получение телефонисткой следующих сигналов: контроля посылки вызова абоненту, ответа абонента, занятости абонента местным разговором, занятости абонента разговором с дальней линией, отбоя со стороны абонента.



Фиг. 109. Скелетная схема связи МТС—АТС через передаточный стол

Вызов абонентов ЖАТС с коммутатора междугородной телефонной станции может быть осуществлён следующими способами [63]:

1. По многократному полю междугородного коммутатора (фиг. 107), в которое включаются линии всех абонентов ЖАТС.

При вставлении вызывного штепселя в гнездо абонента линия блокируется от нового занятия со стороны *ЛИ*. Питание абоненту подаётся из шнуровой пары.

При таком способе процесс соединения отнимает у телефонистки МТС весьма мало времени. Поскольку связь проходит помимо приборов ЖАТС, то требуемое их число уменьшается; уменьшается также и затухание, вносимое станционной аппаратурой в разговорную цепь.

2. Через передаточный стол (форшальтер) (фиг. 109), в поле которого включаются линии всех абонентов ЖАТС; коммутаторы междугородной телефонной станции соединяются с передаточным столом соединительными (оканчивающимися на коммутаторах гнёздами, а на передаточном столе шнуром со штепселем) и служебными (для переговоров между телефонистками междугородной станции и передаточного стола) линиями.

Для вызова абонента ЖАТС телефонистка МТС вставляет вызывной штепсель в гнездо свободной соединительной линии к передаточному столу и по соответствующей служебной линии называет номер шнура и номер вызываемого абонента. Телефонистка передаточного стола затем вставляет штепсель названного шнура в гнездо вызываемого абонента. Проверку занятости абонента, посылку вызова и т. д. производит телефонистка междугородного коммутатора.

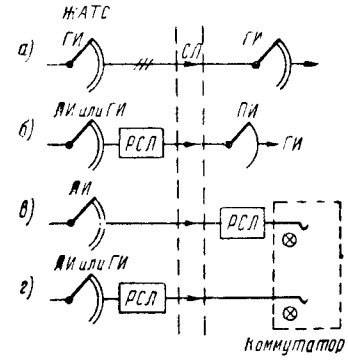
3. Через приборы ЖАТС (фиг. 108) посредством набора номера вызываемого абонента.

Соединение осуществляется или с помощью специальных междугородных приборов шнуровой пары (*ГИМ* и *ЛИМ*) или с помощью универсальных линейных искателей, служащих как для местной, так и для междугородной связи.

В обоих случаях при вызове с междугородной телефонной станции приборы междугородного шнура или универсальный линейный искатель, в отличие от местного соединения, должны обеспечивать: подключение к абоненту, даже если он занят местным соединением; сбрасывание второго абонента; передачу на междугородный коммутатор соответствующего сигнала, при отбое со стороны абонента ЖАТС, без освобождения приборов; возможность посылки вызова абоненту с коммутатора; освобождение линии абонента и приборов ЖАТС только после разъединения на коммутаторе междугородной телефонной станции.

Соединительные линии

Соединения между ЖАТС одного узла осуществляют по односторонним трёхпроводным соединительным линиям (без применения комплектов *РСЛ* при сопротивлении одной жилы до 700 *ом*, фиг. 110, *а* и с комплектами *РСЛ* — при сопротивлении до 1 500 *ом*).



Фиг. 110. Скелетные схемы исходящих соединительных линий

Связь ЖАТС с городскими и другими телефонными станциями осуществляется по двухпроводным соединительным линиям; при числе соединительных линий больше трёх они, как правило, делаются односторонними.

Скелетные схемы включения *СЛ* приведены на фиг. 110, 111 и 112. Схемы включения соединительных линий в коммутаторы ручных телефонных станций приведены выше, в разделе «Ручные телефонные станции».

Исходящие соединительные линии к другой АТС включаются на ЖАТС в поле *ГИ* или *ЛИ* и оборудуются *РСЛ*; на другой АТС — они включаются в *ПИ* (абонентский комплект, фиг. 110,*б*) или в специальные *ГИ* входящей связи (*ВГИ*).

Исходящие соединительные линии к ручной телефонной станции могут быть с посылкой вызова: а) индукторным током и б) постоянным током посредством замыкания разговорных проводов *a* и *b* на дроссель. Пер-

вые включаются на ЖАТС в поле *ЛИ*, а на РТС оборудуются комплектами *РСЛ* и включаются в гнёзда местного поля коммутатора (фиг. 110, *в*). Вторые на ЖАТС включаются в поле *ГИ* или *ЛИ* и оборудуются комплектами *РСЛ*, а на РТС включаются в абонентские комплекты (фиг. 110, *г*).

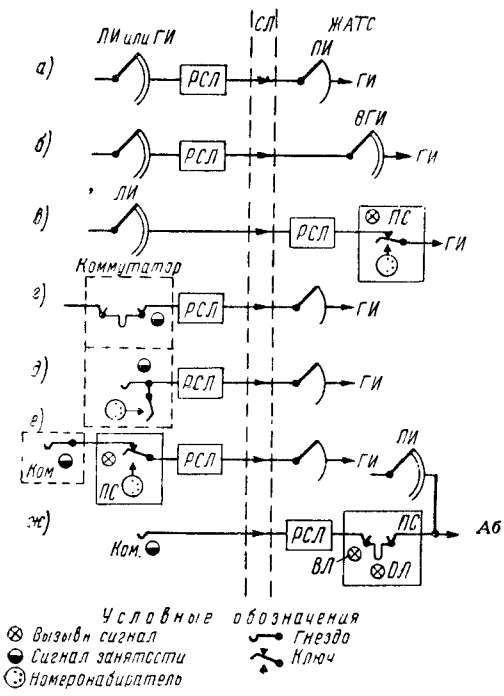
Устройства исходящих соединительных линий должны обеспечивать:

а) передачу к АТС импульсов занятия, набора и отбоя; к РТС — занятия и отбоя с соответствующей сигнализацией на коммутаторе;

б) блокировку линии от нового занятия до освобождения соединительной линии с обеих сторон;

в) сигнализацию о повреждении линии.

Входящие соединительные линии от автоматических и ручных телефонных станций, допускающих транслирование импульсов набора, на ЖАТС включаются в *ПИ* или *ВГИ* (фиг. 111, *а*, *б*, *г*).



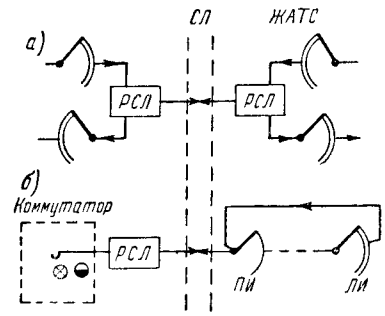
Фиг. 111. Скелетные схемы входящих соединительных линий

Входящие соединительные линии от станций, не обеспечивающих сквозного набора, проходят через передаточный стол *ПС*, оборудуемый на ЖАТС (фиг. 111, *в*, *ж*), или на второй станции (фиг. 111, *е*). Набор номера по соединительной линии от ручной телефонной станции может также осуществлять телефонистка последней (фиг. 111, *д*).

На коммутаторах ручных телефонных станций соединительные линии включаются в гнёзда многократного поля и снабжаются сигналами (бленкерами или лампочками) занятости. Комплекты *РСЛ* на ручных станциях должны обеспечивать появление двустороннего сигнала отбоя на коммутаторе при отбое со стороны абонента этой станции и передачу импульса отбоя в сторону АТС.

Входящее соединение через передаточный стол на ЖАТС осуществляется или по многократному полю (фиг. 107) или набором номера через приборы ЖАТС (фиг. 108).

Схемы передаточных столов с номеронабирателем — см. [63]; схемы передаточных столов для ручных станций см. [63, 68].



Фиг. 112. Скелетная схема двусторонней соединительной линии

Передаточные столы с многократным полем применяются на автоматических телефонных станциях типов ЖАТС-48 и УАТС-49, а с набором номера — на станциях типов УАТС-48, ЕВ-1, ЕВ-3 и ЕВ-5.

Двусторонние соединительные линии между двумя АТС снабжаются комплектами *РСЛ* (фиг.112, *а*). Двусторонние соединительные линии с ручной станцией (фиг. 112, *б*) на АТС включаются в абонентский комплект, а на ручной станции снабжаются комплектом *РСЛ* и включаются в гнёзда местного и многократного полей; в местном поле устанавливают вызывной сигнал (вызывную лампу *ВЛ*), а в многократном поле — сигналы занятости.

Основные приборы шаговых АТС

В шаговых АТС применяют плоские реле типа РПН (бывш. типа 70) (см. стр. 116), вращательные и подъёмно-вращательные искатели.

Шаговые вращательные искатели [53, 63, 71] выпускаются на 12 (тип ШИ-11, фиг. 113) и 18 (тип ШИ-17) шагов и имеют от 2 до 6 щёток.

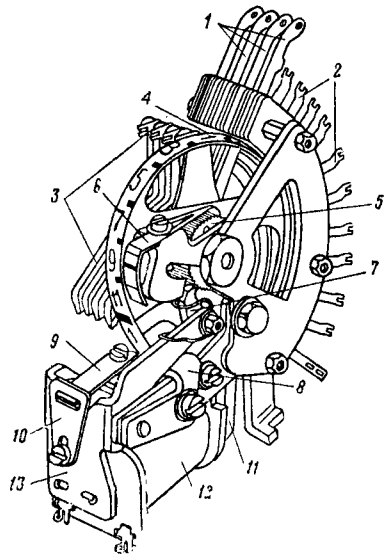
Основные детали искателя следующие.

Статор — контактное поле, состоящее из нескольких рядов латунных контактных ламелей *2*, занимающих $^1/_3$ (в искателях ШИ-11) или $^1/_2$ (в искателях ШИ-17) окружности, и токоподводящих пружин *1*, служащих для соединения со щётками ротора.

Ротор, состоящий из контактных бронзовых щёток *3* (по числу рядов ламелей), шкалы поворота *4* и храпового колеса *5*, укреплённых на оси. Каждая щётка состоит из двух пружин, охватывающих контактную ламель с двух сторон. Каждая пружина должна давить на ламель с силой 27 ÷ 47 *г*, измеренной в месте изгиба пружины.

Движущий механизм — электромагнит *12* с ярмом *11* и якорем *13*. На якоре укреплён рычаг с движущей собачкой *7*, поворачивающей храповое колесо на один шаг при каждом

притяжении якоря. Якорь упирается в упор *8*. Возвращение якоря производится при помощи плоской возвращающей пружины *9*, натяжение которой создаётся пластиной *10*. Обратному движению ротора препятствует стопорная собачка *6*.



Фиг. 113. Шаговый вращательный искатель ШИ-11: *1*—токоподводящие пружины; *2*—контактные ламели; *3*—трёхлучевые контактные щётки; *4*—шкала поворота; *5*—храповое колесо; *6*—стопорная собачка с указателем; *7*—движущая собачка; *8*—упор якоря; *9*—плоская пружина; *10*—оттягивающая пластина; *11*—ярмо электромагнита; *12*—катушка электромагнита; *13*—якорь

Таблица 105

Перечень основных запасных частей к искателю ШИ-11

Наименование детали	Заводской номер
Ротор	
Шкала поворота	У-890.22.00
Винт М2,6×23,5 для крепления щёток и прокладок к храповому колесу . . .	У-851.02.01
Ротор собранный	У-665.02.00
Храповое колесо	У-812.52.00
Щётки контактные (левая и правая)	У-823.12.01—02
Пружины токоподводящие	У-673.02.00—01
Движущий механизм	
Винт осевой собачки якоря	У-851.02.09
Гайка на осевой винт якоря	У-857.02.07
Гайка промежуточная . .	У-857.02.06
Катушка электромагнита .	У-681.01.13
Ось якоря	У-815.02.05
Штифт отлипания якоря . .	У-790.22.03
Прокладка металлическая	У-793.02.08
» изоляционная .	У-793.42.21
Собачка ведущая	У-812.02.04
Тяга якоря	У-719.52.02
Хомутик осевой	У-773.02.01
Электромагнит	У-669.00.09
Якорь электромагнита . .	У-675.02.06
Контактная группа	
Контактная группа	У-670.02.66

Электромагнит, рассчитанный на рабочее напряжение 60 *в*, имеет 2 200 ÷ 2 350 витков из проволоки ПЭЛ диаметром 0,22÷ ÷0,19 *мм*. Сопротивление обмотки электромагнита равно 60 ± 3 *ом*.

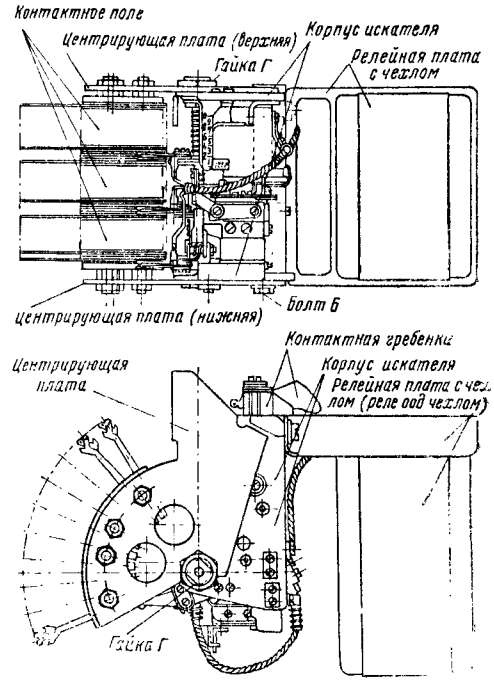
Шаговый искатель используется на АТС в качестве предыскателя (*ПИ*) и в составе направляющего (*НИ*) и смешивающего (*СИ*) искателей, а также в качестве вспомогательного токопереключающего устройства.

Регулировку искателя см. [63, 71].

Перечень основных частей искателя ШИ-11 приведён в табл. 105.

Подъёмно-вращательный, декадно-шаговый искатель типа ДШИ [54, 63, 71] (фиг. 114) имеет два движения щёток: подъёмное и вращательное. Искатель стоконтактный с тремя щётками; имеет ряд вспомогательных контактных групп, переключающихся в различные моменты работы искателя. Искатель состоит из следующих основных частей.

Статор — контактное поле искателя,— имеющий три секции; каждая секция состоит из 10 рядов (декад) по 10 латунных контактных ламелей в каждом ряду. Статоры крепятся на стойке искателя.



Фиг. 114. Декадно-шаговый искатель типа ДШИ

Ротор имеет три контактные щётки, зубчатую рейку и храповой полуцилиндр. Ротор надет на вертикальную ось так, что щётки могут иметь как подъёмное (вдоль оси), так и вращательное (вокруг оси) движение.

Щётки из нержавеющей стали толщиной 0,2 *мм*; они должны давить на ламель с силой 40÷60 *г*. Повышение этого давления увеличивает износ ламелей, а уменьшение — значительно ухудшает электрический контакт между щёткой и ламелью.

Искатель имеет два движущих механизма: подъёмный и вращающий. Каждый механизм имеет электромагнит с якорем, оттягиваемым плоской пружиной. На якоре укреплён рычаг, оканчивающийся ведущей собачкой. Собачка при работе электромагнита давит соответственно на зубчатую рейку или храповой полуцилиндр, приводя ротор в движение. Обратному движению ротора препятствуют задерживающие собачки.

Контактные группы искателя включают*:

контакты подъёма (*КП,к*), срабатывающие при первом шаге подъёма щёток;

контакты вращения (*КВ,в*), срабатывающие при первом шаге вращения;

контакты провёртывания (*КПр,в*$_{11}$), срабатывающие после того, как щётки искателя пройдут во вращательном движении все 10 ламелей ряда;

контакты вращающего электромагнита (*ВЭ,мв*), срабатывающие при каждом притяжении якоря вращающего электромагнита;

декадные контакты (*Кх*), срабатывающие, когда щётки искателя поднимаются до определённой декады;

серийный контакт (*СК,СЩ*), замыкающийся при нахождении щёток искателя на заданных контактах в пределах определённой декады.

Ротор, движущие механизмы и контактные группы смонтированы в корпусе искателя, вдвигаемом в центрирующие платы статора и укрепляемом вверху гайкой *Г*, а внизу — болтом *Б*.

Искатель рассчитан на рабочее напряжение 60 *в*. Катушки электромагнитов имеют 2 500 витков проволоки ПЭЛ, диаметром 0,22 *мм*. Сопротивление обмотки равно 60 ± 3 *ом*.

Декадно-шаговые искатели используются в АТС в качестве линейных (*ЛИ*) и групповых (*ГИ*) искателей. В первом случае оба движения щёток — вынужденные (под управлением импульсов тока, создаваемых номеронабирателем); во втором случае подъёмное движение щёток вынужденное, а вращательное — свободное.

Регулировку искателя см. [62, 63, 71].

Наиболее ходовые запасные части к подъёмно-вращательному искателю с указанием заводских номеров (для заказа) приведены в табл. 106.

Отдельные приборы АТС (искатели и комплекты реле) монтируются на платах (на одной или нескольких), устанавливаемых на стойках.

Электропитание шаговых АТС

Данные об электропитании шаговых АТС приведены в табл. 107.

Оборудование и монтаж шаговых ЖАТС

Оборудование выпускается в виде отдельных стоек высотой 2 360 *мм* с несъёмными или съёмными приборами (табл. 108).

Стойки размещают в рядовых рамах из угловой стали (60 × 40 × 6 *мм*) с соблюдением расстояний согласно фиг. 115. Нижние угольники рам прикрепляют болтами к чугунным или бетонным основаниям, устанавливаемым через 0,9 ÷ 1,1 *м*. Над верхними

* В скобках приведены сокращённые буквенные обозначения, приводимые на схемах.

Таблица 106

Перечень основных запасных частей к искателю типа ДШИ

Наименование детали	Заводской номер	Наименование детали	Заводской номер
Движущий механизм		Якорь вращения	У-831.02.00
Вилка крепления переключающего рычага	У-763.02.00	» подъёма	У-831.02.01
Корпус электромагнита	У-729.02.04	Пружина блокировки обратного вращения	У-660.02.02
Ось якоря	У-815.02.00	Пружина якоря	У-810.02.04
Ось собачки вращения	У-815.02.03	*Ротор*	
» » подъёма	У-815.02.01	Пружина оси ротора	У-810.02.17
Пластина корпуса электромагнита	У-754.02.01	Накладка на контактную щётку	У-793.02.10
Пружина стопорная подъёма	У-810.02.12	Ось ротора	У-815.02.08
Пружина собачки подъёма	У-810.02.03	Пластина упорная	У-754.02.11
» » вращения	У-810.02.16	Шнуродержатель	У-793.42.29
Рычаг переключения	У-811.00.06	Храповик (полуцилиндр)	У-812.50.06
Сегмент направляющий	У-649.02.01	Щётка контактная	У-673.02.02—03
Собачка подъёма	У-812.02.00	Гребёнка направляющая	У-769.52.00
» вращения	У-812.02.01	» храповая (зубчатая рейка)	У-769.52.03
» стопорная вращательная	У-662.02.00	*Контактная группа*	
Упор собачки вращения (нижний)	У-790.02.04	Контакт декадный	У-670.02.62
Упор собачки вращения (верхний)	У-790.02.03	» вращения и провёртывания	У-670.01.89—90
Упор собачки подъёма (верхний)	У-790.02.02	Контакт подъёма	У-670.01.83 У-670.02.59—60 У-670.01.81 У-670.02.00 У-670.02.61
Шнур соединительный	У-674.00.38—39	» самопрерывающийся	У-670.01.82 У-670.02.16
Шнуродержатель	У-750.02.10		
Шпилька регулирования якоря вращения	У-856.02.01		
Электромагнит подъёма	У-669.02.11		
» вращения	У-669.02.12		

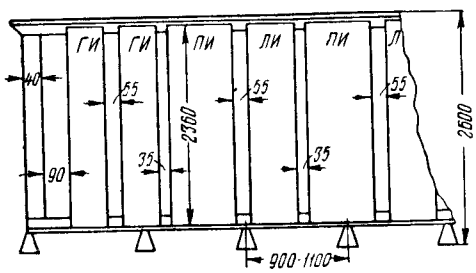
Таблица 107

Характеристики источников питания шаговых АТС

Вид тока и назначение	Источник тока	Напряжение в *в*	Частота в *гц*
Постоянный ток			
Для питания ЖАТС	Центральная батарея	60± 2	—
Для питания цепей накала усилителя машины ответа голосом	Батарея накала	24± 2	—
Для питания цепей анода тех же устройств	Батарея анода	220±10	—
Переменный ток			
Для посылки звонкового сигнала абоненту и для станционной сигнализации	Сигнальная машина	60÷90	25± 5
	Токовращатель	65÷70	15÷25
	Трансформатор	76÷85	50± 5
	Сигнальная машина	4,5	450±20
Для подачи звуковых сигналов готовности, контроля посылки вызова и заиятости	Ламповый генератор	4,5	450±20
Для ответа голосом	Устройство для воспроизведения магнитной записи	—	Звуковая частота
	Устройство для воспроизведения оптической записи	—	Звуковая частота

угольниками располагают рядовые желоба (кабельросты).

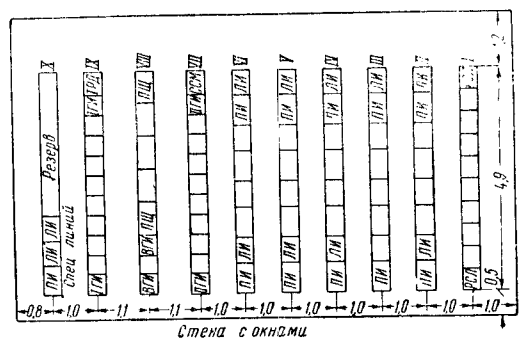
Длина рядовой рамы зависит от количества и типа устанавливаемых в ней стоек. Полная высота (с основаниями и желобами) составляет 2 740 *мм*.



Фиг. 115. Размещение стоек в раме

Примерный план расположения оборудования ЖАТС ёмкостью 2 000 номеров дан на фиг. 116.

Крепление рам к стенам и между собой производится с помощью рядовых и магистральных угольников.



Фиг. 116. План расположения оборудования

Над магистральными угольниками монтируются главные желоба (один-два для станции ёмкостью до 4 000 номеров), а перпендикулярно к ним — рядовые желоба.

Таблица 108

Стативы шаговых АТС, применяемых на железнодорожном транспорте

Наименование стативов	УАТС-48			УАТС-49			ЖАТС-48			ЕВ-5			ЕВ-1		
	ширина в *мм*	вес в *кг*	максимальное количество приборов	ширина в *мм*	вес в *кг*	максимальное количество приборов	ширина в *мм*	вес в *кг*	максимальное количество приборов	ширина в *мм*	вес в *кг*	максимальное количество приборов	ширина в *мм*	вес в *кг*	максимальное количество приборов (плат)
ПИ	556	190	100	657	160	100	650	150	100	640	180	100	530	155	100
I ГИ	410	240	20	432	245	20	640	180	16	370	135	20	505	190	20
II|*III ГИ*	323	130	20	323*	130*	20	640	180	16	370	135	20	365	110	20
ЛИ (ЛИУ)	518	250	20	543	260	20	640	150	12	470	160	20	660	205	20
РСЛ с платами . . .	449	170	20	449	170	20	400	150	20	460	170	28	460	170	28
СВМ (ТСВУ)	449	160	—	449	160	—	400	150	—	460	100	—	2 140	260	—
ПЩ	720	—	50/30 рамок	535	—	30/20 рамок	535	—	30/20	720	—	50/30	730	—	50/30

* Ориентировочно.

По рядовым и главным желобам прокладывают кабели, соединяющие стойки: а) между собой непосредственно или через промежуточные щиты (*ПЩ*), б) с главным щитом переключений (*ГЩП*), в) с передаточными столами и МТС.

Основные марки кабеля, применяемого при монтаже АТС, приведены в табл. 109.

Таблица 109

Марки кабеля, применяемого при монтаже АТС

Марка кабеля	*ГЩП-ПИ*	Вых. *ПИ-ПЩ*	*ПЩ-вх. I/II ГИ*	Вых. *I/II ГИ-ПЩ*	*ПЩ-вх. ЛИ*	Вых. *ЛИ-ПИ*	Вых. *ЛИ*—многократное поле передаточного стола от МТС, ГТС	*ПЩ-РСЛ*	*ГЩП-РСЛ*	Передаточный стол-*РСЛ*
ТСО 21×3×0,5	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—
ТСО 21×2×0,5	+	—	—	—	—	—	—	+	+	+
ТСО 11×3×0,5	—	+	—	—	—	—	—	—	—	+

Щиты переключений и испытательные приборы телефонных станций

Главный щит переключений (кросс) служит для соединения линейных и станционных кабелей с помощью кроссировочного провода.

На главном щите переключений монтируют защитные устройства станционных сооружений с испытательными гнёздами и соединительные рамки.

Каркасы главного щита переключений изготовляют для станций ёмкостью до 600 номеров из угловой стали, а для станций ёмкостью свыше 600 номеров — из полосовой стали. Основные размеры щитов, изготовляемых из угловой стали, приведены в табл. 110, а щитов, изготовляемых из полосовой стали, — в табл. 111.

Таблица 110

Основные размеры щитов переключения, изготовляемых из угловой стали

Предельная ёмкость каркаса (количество линий)	Высота	Ширина	Глубина
	в *мм*		
100×2*	1 250	495	486
200×2**	1 250	904	486
200×2***	1 250	904	486

* Используются для составления щитов переключения станций ёмкостью 600 номеров.

** Монтированная ёмкость линейной стороны 150×2, а станционной стороны ~120×2. В остальных случаях монтированная ёмкость совпадает с ёмкостью каркаса.

*** Используются для составления щитов станций ёмкостью 360 и 600 номеров.

Для кроссировки применяют провод кроссировочный станционный марки ПКС, состоящий из медных эмалированных проволок диаметром 0,51 *мм*. Данные о проводе указаны в табл. 112.

Таблица 111

Основные размеры щитов переключения, изготовляемых из полосовой стали

Ёмкость щита	Число ячеек	Высота	Ширина	Глубина
		в *мм*		
600×2	2	2 320	1 080	750
900×2	3	2 320	1 620	750
1 200×2	4	2 320	2 160	750
1 500×2	5	2 320	2 700	750
1 800×2	6	2 320	3 240	750
2 100×2	7	2 320	3 780	750
2 400×2	8	2 320	4 320	750

Таблица 112

Данные о кроссировочном проводе типа ПКС

Марка	Количество жил	Наружный диаметр в *мм*	Расцветка
ПКС-2	2	2,4	Белая, синяя
ПКС-3	3	2,5	Белая, синяя, красная
ПКС-4	4	2,7	Белая, синяя, зелёная, красная

Сопротивление жилы кроссировочного провода при $t = 25°$ С должно быть не более 95 *ом* на 1 *км*, а сопротивление изоляции между жилами — не менее 15 *мгом* на 1 *км*.

Способ кроссировки. На главных щитах переключений ёмкостью до 300 линий кроссировка производится через два кольца под углами.

На главных щитах переключений ёмкостью свыше 300 линий кроссировка выполняется по способу постели: от кабельлейтера станционной рамки по диагонали до кольца, расположенного против нужной громоотводной полосы, и по диагонали к кабельлейтеру необходимой пары громоотводной полосы.

Испытательные устройства. Для испытания линейной и станционной частей абонентских линий на ручных телефонных станциях применяют испытательные приборы, основные данные о которых приведены в табл. 113.

Абонентская линия передаётся для испытания к испытательному устройству с главного щита переключения при помощи шнура с вилкой, вставляемой в испытательные гнёзда рамки щита. На станциях небольшой ёмкости применяется длинный шнур, позволяющий включиться в гнёзда любого абонента.

На больших станциях при большой длине кросса монтируют в нескольких местах кросса специальные передаточные четырёхпроводные линии к испытательным устройствам (обычно столам).

На автоматических телефонных станциях декадно-шаговой системы применяют испытательные устройства следующих типов:

Таблица 113

Характеристика испытательных приборов телефонных стаиций

Тип и каталожный номер прибора (по каталогу МПСС 1949 г.)	Эксплоатационные данные	Размеры прибора в *мм*	Источник электропитания
Настенный для телефонных станций системы МБ; В.390.00.02	Прибор позволяет: 1) производить раздельно испытание линий в сторону абонента и в сторону станции; 2) производить испытание проводов линии на обрыв, сообщение между собой и на сообщение каждого провода с землёй; 3) посылать вызов в сторону абонента и в сторону станции; 4) принимать вызывные сигналы от станций во время испытания линии в сторону абонента и наоборот, а также вести переговоры с вызывающей стороной; 5) осуществлять сквозной вызов и сквозной разговор между абонентом и станцией через испытательный шнур прибора	Ширина 172, высота 240, глубина 128	Напряжения: 6 *в* для питания сигнальных цепей, 1,5 *в* для питания микрофонной цепи
Настенный для телефонных станций системы ЦБ; В.330.00.01	Прибор позволяет производить испытания по пп. 1, 2, 3, 4 и 5, указанным для прибора МБ № В.390.00.02, и, кроме того, испытание в сторону абонента и в сторону станции каждого провода на сообщение с минусом посторонней батареи, имеющей заземлённый плюс	Основание 240×172 Высота колпака 105	Напряжение 24±2 *в*

трёхпанельный испытательно-измерительный стол универсальный типа СИУ (для станций большой ёмкости),

двухпанельный испытательно-измерительный стол типа СИМ (для станций средней ёмкости) и

испытательный прибор типа ИП-УАТС-100 (для станций малой ёмкости).

Для испытания трёхпроводных соединительных линий между АТС применяют шестипроводный испытательный шнур и такие же передаточные линии.

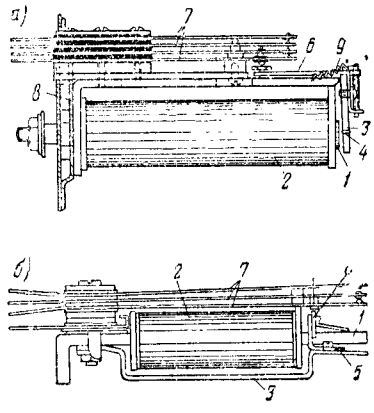
Более подробно об испытательных устройствах телефонных станций см. [36, 37].

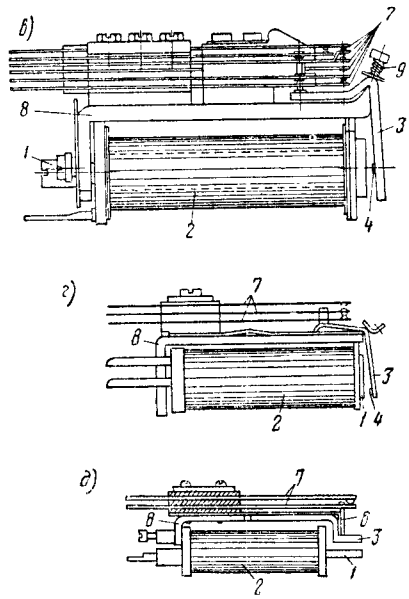
ТЕЛЕФОННЫЕ РЕЛЕ И ИХ РАСЧЁТ

Типы реле

В телефонной аппаратуре наибольшее применение нашли электромагнитные реле типов 100, 200, 300 (фиг. 117, *а*) и РПН (фиг. 117, *б*), а также встречаются реле типов РМ (фиг. 117, *в*), малогабаритные типов 10б (фиг. 117, *г*) и МРЦ (фиг. 117, *д*).

Каждое реле имеет: сердечник *1* с обмоткой *2*, якорь *3* со штифтом *4* или пластиной *5* отлипания и ведущим мостиком *6*, контактные группы *7* и корпус *8*. Якори некоторых реле снабжены пружинами *9*.





Фиг. 117. Виды реле типов 100, РПН, РМ, 10б и МРЦ

Реле различаются:

а) по числу обмоток,

б) по числу контактных пружин и групп и

в) по времени работы (нормальные, быстродействующие и замедленные). Кроме этого, применяются реле специальных конструкций: фазные и купроксные — для работы в цепях переменного тока, маятниковые (с утяжелённым якорем) — для пульс-схем и некоторые другие.

Сердечник, якорь и корпус реле изготовляются из специальной стали типа Армко или кремнистой. Контактные пружины изготовляются из нейзильбера, марганцовистой или алюминиевой бронзы с серебряными, платиновыми или вольфрамовыми контактами.

Основные параметры телефонных реле приведены в табл. 114.

Реле типа 100 (фиг. 117, *а*), см. [36, 28, 68] применяются в большей части аппаратуры связи, выпускавшейся отечественной промышленностью до 1945 г. Реле типов 200 и 300 представляют собой соответственно сдвоенные или строенные реле типа 100, укреплённые на одном корпусе и закрывающиеся одним чехлом.

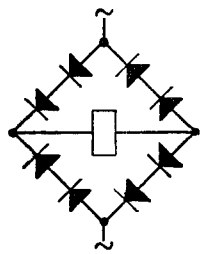
У реле с замедлением на сердечник надета медная трубка толщиной стенок 2 или 3 *мм*. Это создаёт замедление при срабатывании до 25 ÷ 60 *мсек*, а при отпускании соответственно до 95 ÷ 140 и 150 ÷ ÷ 250 *мсек*.

Основные параметры телефонных реле Таблица 114

Технический параметр	Единица измерения	Реле типа					
		100	РПН	РМ	10б	МРЦ-1	МРЦ-2
Количество контактных групп до	—	2	3	2	3	1	2
Наибольшее число контактных пружин	—	10	18	18	15	3	6
Наибольший допустимый ток в контактах:							
а) при безиндуктивной нагрузке:							
для серебряных контактов	*а*	1,0	2	2	1,5	1,0	0,5
для платиновых контактов	»	—	2	2	—	—	—
б) при индуктивной нагрузке с искрогасителем:							
для серебряных контактов	»	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2
для платиновых или вольфрамовых контактов	»	2	1	1	—	—	—
Гарантируемое число срабатываний при половинных значениях вышеуказанных токов	млн.	5	10	10	5	5	5
Допустимое потребление мощности в катушке до	*вт*	4	5	5	3	1,5	1,5
Наибольшее число обмоток:							
независимых	—	2	2	2	2	1	1
с общей точкой	—	—	3	3	3	—	—
Количество выводных штифтов у катушки	—	2÷4	2÷5	2÷5	2÷4	2	2
Сопротивление обмотки	*ом*	0,1÷10 000	0,1÷10 000	0,1÷10 000	0,1÷5 000	1÷3 000	1÷3 000
Размер обмотки:		№ 124 / № 126					
длина	*мм*	63,4 / 62,8	50	60	46	28	28
высота	»	6 / 8	6,6	7,5	5	3,5	3,5
сечение	*мм²*	380 / 500	330	450	230	100	100
Толщина пластины (штифта) отлипания	*мм*	0,05÷0,5	0,05÷0,7	0,1÷0,5	0,1 и 0,2	—	—
Среднее число ампер-витков срабатывания при:							
максимальном числе пружин	*а-в*	300	275	170	270	—	230
восьми пружинах	»	250	180	135	240	—	—
трёх пружинах	»	180	110	110	120	85	125
Среднее время срабатывания при 60 *в* и 2,5-кратном запасе по ампер-виткам:							
нормальное реле	*мсек*	10÷20	18÷25	15÷25	—	3	5
быстродействующее реле	»	8÷12	—	4÷8	—	—	—
Среднее время отпускания незамедленного реле	»	8÷20	8÷17	10÷40	—	3	2
Нормальные условия работы:							
температура	°С	+10÷+30	+10÷+30	+15÷+25	—	+10÷+30	+10÷+30
относительная влажность	%	до 75	60÷75	60÷75	—	40÷60	40÷60
Габариты реле:							
длина	*мм*	106	108	100	75	60	60
высота	»	55	36	57	35	17	23
ширина	»	40	26	28	21	13	13
Вес	*г*	310÷320	180÷200	300	110÷120	30	35

Фазное реле типа 100 имеет на конце сердечника продольный вырез с надетыми полукольцами из красной меди.

Купроксное реле образуется из реле постоянного тока и купроксного выпрямителя, укреплённого на месте одной из контактных групп. Купроксный выпрямитель типа МЗВ-12/5 состоит из 8 (тип М-8) или 16 (тип М-16) шайб, соединённых мостиком (фиг. 118).



Фиг. 118. Включение купроксных шайб

Число шайб выбирается так, чтобы эффективное значение напряжения переменного тока не превышало 7,5 *в* на каждую шайбу; величина выпрямленного тока, проходящего через каждую шайбу, должна быть не более 20 *ма*.

Выпрямитель устойчиво работает при относительной влажности до 80% и температуре от +10 до +40° С.

Плоское реле типа РПН[1] (фиг. 117, *б*), см. [36, 63, 71], выпускается промышленностью с 1945 г. и является основным типом реле для современной аппаратуры связи.

Для якоря и сердечника применяется сталь нормального (маркируется знаком ○) или улучшенного (+) качества, а также с нормальной (знак *) или уменьшенной (**) коэрцитивной силой. Сталь улучшенного качества применяется для уменьшения ампервитков срабатывания реле, а с уменьшенной коэрцитивной силой — для замедленных реле и для реле с пластиной отлипания толщиной $\leqslant 0{,}1$ *мм*.

Контактные группы приведены в табл. 115.

Контактные группы располагаются на реле:

а) при одной группе — на третьем месте (считая сверху);

б) при двух группах — на втором и четвёртом местах, причём на втором месте помещают группу с меньшим порядковым номером;

в) при трёх группах — на первом, третьем и пятом местах, причём если все группы имеют одинаковое или разное число пружин, то группу с наименьшим порядковым номером устанавливают на первом месте, а с наибольшим порядковым номером — на третьем месте; если из трёх групп две имеют одинаковое число пружин, то их располагают на первом и пятом местах, причём на первом месте помещают группу с меньшим порядковым номером.

Замедление достигается намоткой на сердечник (под обмоткой) двух, четырёх или шести слоёв голой медной проволоки диаметром 0,5 *мм* (маркируется соответственно К1, К2 и К3). Этим достигается различное замедление (см. фиг. 124 и 125).

Фазное плоское реле имеет на конце сердечника медное кольцо. Оно допускает установку одной контактной группы с числом пружин до четырёх. Сопротивление обмоток 22 ÷ 1 500 *ом*.

Маятниковое реле предназначено для работы в схемах вибраторов при частоте 25 *гц*.

Паспортные данные реле типа РПН см. [36], регулировку — [63, 71].

Реле типа РМ[1] (фиг. 117, *в*), см. [36], предназначено для устройств, работающих преимущественно в условиях тряски и вибрации.

Для замедления на сердечник реле надевается медная втулка: на передний конец длиной 12,8 и 25,5 *мм* (замедление при срабатывании) или на задний конец длиной 12,8, 25,5 и 38 *мм* (замедление на отпускание). Этим достигается замедление: при срабатывании до 50 ÷ 100 *мсек*, а при отпускании до 100 ÷ 400 *мсек*.

Для увеличения индуктивности на сердечник надевается трубка из пермаллоя.

Для импульсных реле применяются якори с вырезом.

Фазные реле типа РМ имеют на переднем конце сердечника медные полукольца.

Паспорта реле типа РМ — см. [36].

Малогабаритное реле типа 10б (фиг. 117, *г*), см. [36, 63], предназначено для работы в цепях постоянного тока как в стационарных условиях, так и при вибрации.

Замедление достигается намоткой на сердечник двух или четырёх слоёв голой медной проволоки диаметром 0,5 *мм*.

Малогабаритное реле Ципкина типа МРЦ (фиг. 117, *д*), см. [36, 28], имеет одну (тип МРЦ-1) и две (тип МРЦ-2) контактные группы. Они предназначены для работы в стационарной аппаратуре при постоянном токе.

Реле МРЦ-2 в настоящее время не выпускается и заменено реле типа 10б.

Термореле. Термореле применяются в тех случаях, когда необходимо получить замедление срабатывания в несколько (5÷30) секунд. Термореле изготовляются в виде замыкающих или переключающих контактных групп.

Выпускаемые биметаллические термореле [36, 63] работают при окружающей температуре +15 ÷ +25° С и влажности 50 ÷ 75%. Время срабатывания 6 и 12 сек. Рабочее напряжение 48 *в*. Сопротивление 600 и 800 *ом*, Обмотка из провода ПЭШОК 0,08 в 485 и 670 витков. Допустимый ток через контакты 0,2 *а*.

Подбор и расчёт реле

Тип реле выбирают в зависимости от условий, в которых оно должно работать. Основными исходными данными являются: цепь, в которой работает реле, напряжение батареи, нагрузка реле (число и тип контактных групп), а иногда требования к времени срабатывания и отпускания и к сопротивлению реле при переменном токе

Сопротивление R обмотки реле выбирают, если нет специальных требований к условиям его срабатывания, из условия потребления

[1] Старое наименование—тип 70.

[1] Старое наименование—тип 3 000.

Контактные группы Таблица 115

№ группы	Обозначение группы	№№ пружин для I, III и IV рядов	№№ пружин для II и V рядов	Группа в положении покоя: №№ пружин в группе	Зазор между пластиной и ведущей планкой (мм)	Давление в г	Контактный зазор в мм	Группа в рабочем положении	Давление в г	Контактный зазор в мм	Ход якоря в мм	Эквивалентная нагрузка: F_c сработ.	$F_н$ несраб.	$F_у$ удерж.	F_0 отпуск
01		33 17	36 21	2 1	0,1	15±2	0,5±0,1		23±3		1,1	40	12	64	54
02		19 15	23 16	2 1	0,1	23±3			35±15	>0,4	1,1	32	9,5	41	34
03		39 20 15	42 24 16	3 2 1	0,1	23±3	0,5±0,1	Потом замыкается Сначала размыкается	23±3 35±15	>0,3	1,1	34	9	65	60
04		39 34 17	42 37 21	3 2 1	0,1	15±2	0,4±0,1		23±3 15±2 (Пр.3 поднять)		1,3	45	10	90	78
05		25 18 15	29 22 16	3 2 1	Пр3: 0,1 Пр2: 0,4±0,1	23±3 13±3 (Пр.3 поднять)			35±15	>0,3	1,3	35	10	68	50
46		41 61 49 17	44 62 50 21	4 3 2 1	0,2±0,1	6±1 6±1	0,5±0,1 0,5±0,1		20±2 20±2		1,1	50	7,5	96	80
26		41 45 49 17	44 47 50 21	4 3 2 1	0,1	6±1 6±1	0,4±0,1 0,4±0,1		20±2 20±2 (Пр.3 поднять)		1,5	33	4	70	64
07		28 40 33 17	32 43 36 21	4 3 2 1	0,2±0,1	20±2 6±1	0,5±0,1		35±15 20±2	>0,3	1,1	54	8	85	70
27		46 53 51 17	48 54 52 21	4 3 2 1	0,1 0,1	20±2 6±1	0,4±0,1		35±15 15±2 (Пр.4 поднять)	>0,3	1,5	34	2,5	72	61
13		41 87 34 17	44 88 37 21	4 3 2 1	Пр1: 0,2±0,1 Пр3: 0,1	20±2 6±1	0,5±0,1 0,5±0,1	Потом замыкается Сначала размыкается	20±2 20±2	>0,3	1,5	43	14	112	90
28		41 63 55 15	44 64 56 16	4 3 2 1	0,2±0,1 0,1	6±1 20±2	0,4±0,1	Потом замыкается Сначала размыкается	20±2 35±15	>0,4	1,3	43	11	91	72
10		28 40 65 15	32 43 66 16	4 3 2 1	0,2±0,1	20±2 20±2			35±15 35±15	>0,3 >0,3	1,1	58	20	73	61
29		41 35 20 15	44 38 24 16	4 3 2 1	0,1	20±2	0,4±0,1	Потом замыкается Сначала размыкается	20±2 15±2 (пр.4 поднять) 35±15	>0,3	1,5	38	10	91	72
11		41 27 18 15	44 31 22 16	4 3 2 1	Пр2: 0,6±0,1 Пр3: 0,1	20±2 13±3 (Пр.3 поднять)	0,5±0,1	Потом замыкается Сначала размыкается	20±2 35±15	>0,3	1,5	36	8	92	70
12		28 59 18 15	32 60 22 16	4 3 2 1	0,1	20±2 20±2	0,5±0,1	Потом замыкается Сначала размыкается	20±2 35±15	>0,3 >0,3	1,3	62	22	115	90
102		46 149 147 145 17	48 150 148 146 21	5 4 3 2 1	0,2±0,1	20±2 6±1	0,5±0,1 0,5±0,1	Потом замыкается Сначала размыкается	20±2 35±15 20±12	>0,4	1,3	57	13	91	91
100		46 149 147 65 15	48 150 148 66 16	5 4 3 2 1	0,2±0,1	20±2	0,5±0,1	Потом замыкается Сначала размыкается	20±2 35±15 35±15	>0,4 >0,4	1,3	62	22	91	76

около 40 ÷ 50% максимальной допустимой мощности для реле данного типа. Для реле, включаемого в цепь последовательно с сопротивлением r, наилучшие условия срабатывания получаются при $R = (0{,}85 \div 1)\,r$.

Для определения числа витков реле находят предельные значения электромагнитной силы (числа ампер-витков) при различных режимах его работы:

AW_c — ампер-витки срабатывания (чувствительности или притяжения) — наименьшие значения, при которых реле полностью притягивает якорь;

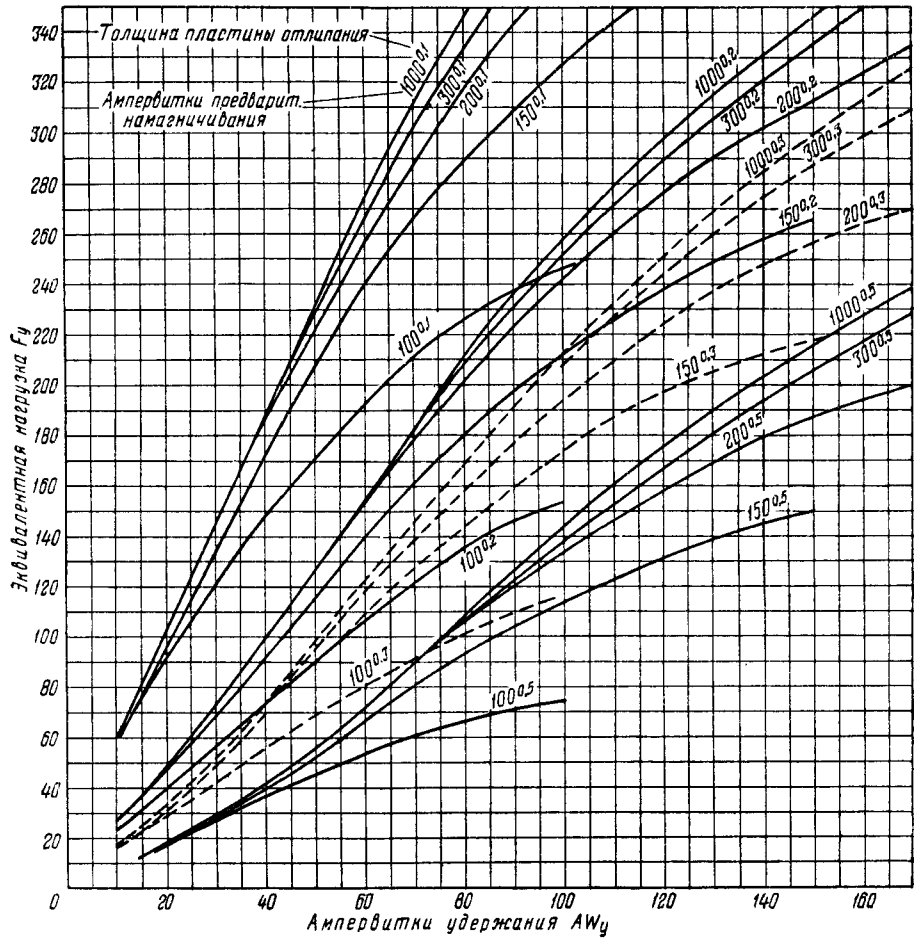
$AW_н$ — ампер-витки несрабатывания — наибольшие значения, при которых якорь реле остаётся без движения.

Ампер-витки срабатывания и несрабатывания для реле данного типа зависят от нагрузки и величины междустального пространства (ход якоря плюс толщина пластины или штифта отлипания);

AW_y — ампер-витки удержания — наименьшие значения, при которых якорь реле остаётся притянутым после срабатывания;

AW_o — ампер-витки отпускания (возврата) — наибольшие значения, при которых реле полностью отпускает якорь.

Ампер-витки удержания и отпускания зависят от нагрузки, толщины пластины (штифта) отлипания и ампер-витков предварительного намагничивания.

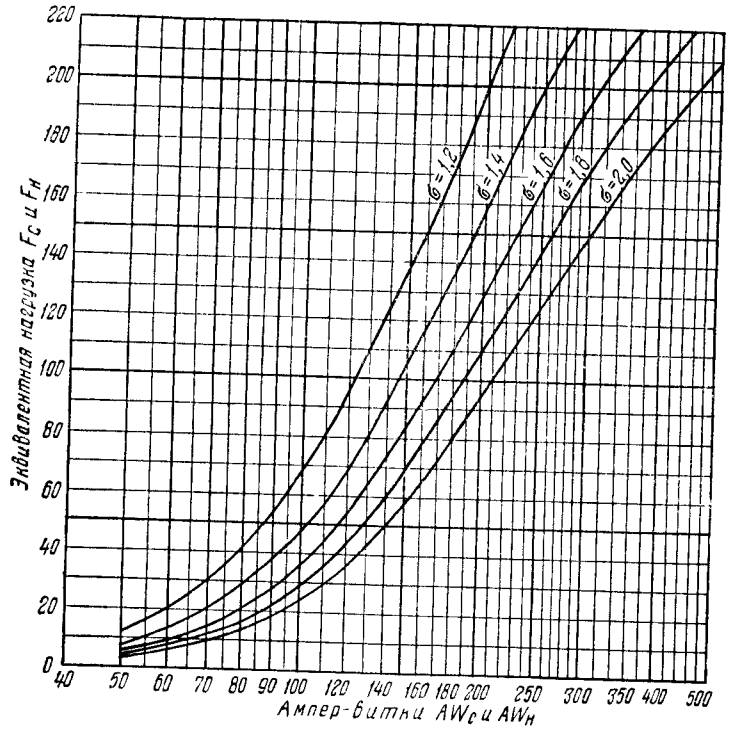


Фиг. 119. Кривые для расчёта ампер-витков удержания

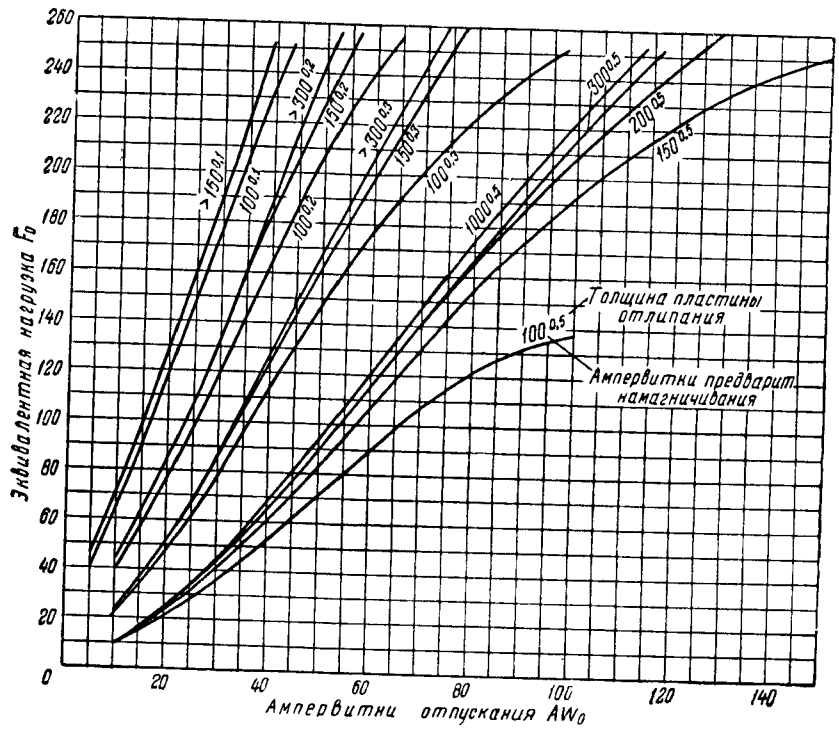
Соответствующие ампер-витки находят по специальным таблицам или кривым, построенным на основании опытных данных для каждого типа реле. Для реле типа 100 — см. [10, 28]. Для реле типа РПН служат кривые, приведённые на фиг. 119 (AW_y), фиг. 120 (AW_c) и $AW_н$ и фиг. 121 (AW_o), где приведена зависимость ампер-витков от сумм соответствующих эквивалентных нагрузок F_c, $F_н$, F_y или F_o, создаваемых различными контактными группами и приведённых в табл. 115.

Для реле с сердечником из стали улучшенного качества ампер-витки срабатывания снижаются на 10% при $AW_c < 140$ и на 5% при $AW_c > 140$.

$AW_н$, AW_y и AW_o определяют только в тех случаях, когда задана работа реле в этих режимах.



Фиг. 120. Кривые для расчёта ампер-витков срабатывания и несрабатывания



Фиг. 121. Кривые для расчета ампер-витков отпускания

Число витков W выбирают таким, чтобы

$$W > \frac{AW_c}{I_{pc}}; \quad W < \frac{AW_н}{I_{pн}};$$

$$W > \frac{AW_y}{I_{py}} \text{ и } W < \frac{AW_o}{I_{po}},$$

где I_{pc}, $I_{pн}$, I_{py} и I_{po} — рабочие (схемные) токи срабатывания, несрабатывания, удержания и отпускания, определённые для наихудших условий (с учётом изменений напряжения батареи и отклонений в величинах сопротивлений до $\pm 10\%$), т. е.:

для

$$I_{pc} \text{ и } I_{py}$$

$$I_p = \frac{U_м}{1{,}1\,(R + r)};$$

для

$$I_{pн} \text{ и } I_{ro}$$

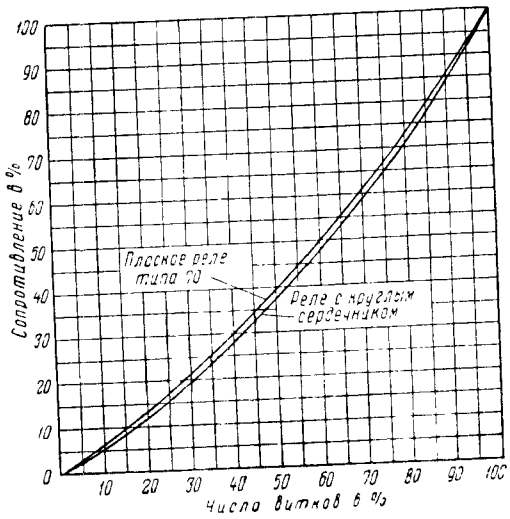
$$I_p = \frac{U_б}{0{,}9\,(R + r)},$$

где $U_м$ и $U_б$ — соответственно наименьшее и наибольшее напряжения батареи;

R — сопротивление реле;

r — сопротивление внешней цепи.

По выбранным R и W подбирают диаметр провода с таким расчётом, чтобы заполнить по возможности весь объём катушки. В табл. 116 приведены данные обмоточного провода с эмалевой изоляцией (марки ПЭЛ-1), а также данные сопротивления и числа витков, которые получаются при заполнении этим проводом полного объёма катушки реле типа РПН.



Фиг. 122. Соотношение между числом витков и сопротивлением при частичном заполнении катушки

При расчёте многообмоточных реле и обмоток, занимающих не весь объём катушки, пользуются кривыми фиг. 122, дающими зависимость между числом витков и сопротивлением при частичном заполнении катушки (в % к значениям при заполнении всего объёма).

Таблица 116

Данные для расчёта обмоток реле при использовании провода марки ПЭЛ-1

Диаметр голого провода в *мм*	Число витков на *мм*² W'	Для плоского реле типа РПН при 100% заполнения		
		сопротивление в *ом*	число витков W	число витков в двух рядах
0,06	160	18 500	59 400	—
0,07	132	10 500	46 100	—
0,08	99	6 300	36 000	—
0,09	82	3 890	28 000	—
0,10	69	2 560	22 800	—
0,11	59	1 810	19 400	—
0,12	51	1 310	16 800	—
0,13	44	974	14 600	—
0,14	39	740	12 900	—
0,15	34	568	11 400	—
0,16	30	444	10 100	—
0,17	27	352	9 050	—
0,18	23	280	8 100	470
0,19	21	227	6 300	447
0,20	19	182	6 500	417
0,21	17	151	5 900	399
0,23	15	105	4 950	368
0,25	13	75,5	4 200	341
0,27	10,6	54,6	3 540	308
0,29	9,2	40,6	3 050	289
0,31	8,2	31,5	2 700	268
0,33	7,3	24,9	2 400	254
0,35	6,6	19,9	2 170	241
0,38	5,6	14,5	1 870	223
0,41	4,9	10,9	1 630	208
0,44	4,2	8,13	1 400	193
0,47	3,75	6,32	1 240	182
0,49	3,41	5,31	1 130	175
0,51	3,15	4,55	1 050	168
0,53	2,95	3,92	980	162
0,55	2,75	3,40	917	156
0,57	2,60	2,97	858	151
0,59	2,44	2,58	805	146
0,62	2,22	2,14	732	140
0,64	2,10	1,89	693	136
0,67	1,91	1,57	630	130
0,72	1,64	1,17	541	120
0,77	1,45	0,91	478	113
0,80	1,35	0,78	445	109
0,86	1,18	0,59	390	102
0,90	1,07	0,49	353	97
0,96	0,94	0,38	310	92
1,00	0,87	0,32	288	87

При выборе обмотки необходимо учитывать, что: а) вследствие отклонений диаметра провода от номинала объём катушки может увеличиться на $3 \div 4\%$ для проводов диаметром $\geqslant 0{,}19$ *мм*; $5 \div 7\%$—для проводов диаметром $0{,}09 \div 0{,}18$ *мм* и на 10% при диаметре $\leqslant 0{,}08$ *мм*; б) часть объёма катушки занимают прокладки между обмотками (у реле типа РПН прокладка занимает 2,5% объёма) и в) у замедленных реле часть объёма занимают медные трубки или короткозамкнутые обмотки (для реле типа РПН: К1 — 15%, К2 — 30% и К3 — 45% объёма).

Если при данном числе витков не может быть выдержано требуемое сопротивление, то часть обмотки делается из константанового провода марки ПЭШОК (табл. 117).

После расчёта обмоток проверяют потребляемую мощность и запасы надёжности. Для уверенной работы реле должны быть соблюдены условия:

при срабатывании

$$K_c = \frac{AW_{pc}}{AW_c} \geqslant 1 \text{ (обычно принимают 1,2);}$$

Таблица 117

Данные для расчёта обмоток реле при использовании константанового провода марки ПЭШОК

Диаметр голого провода в *мм*	Сопротивление 1 *м* в *ом*	Число витков на $мм^2$ W'	Для полной обмотки реле типа РПН	
			сопротивление в *ом*	число витков
0,07	127	50	83 500	13 300
0,08	97	42	54 100	11 300
0,09	77	37	36 300	9 570
0,10	62	33	25 300	8 250
0,12	43	27	14 300	6 700
0,13	37	25	11 000	6 100
0,15	28	21	7 200	5 270
0,18	19	16	3 850	4 060
0,20	16	14	2 530	3 300
0,25	10	9,6	1 110	2 270
0,30	6,9	7,4	605	1 780
0,35	5,1	5,6	342	1 370
0,40	3,9	4,55	212	1 110
0,45	3,1	3,75	139	915
0,50	2,5	3,18	93	755

при несрабатывании

$$K_н = \frac{AW_н}{AW_{рн}} \geqslant 1;$$

при удержании

$$K_у = \frac{AW_{ру}}{AW_у} \geqslant 1;$$

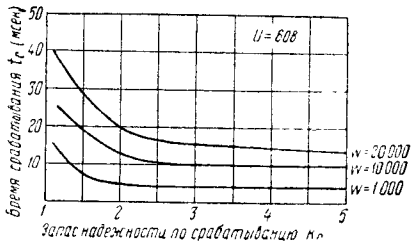
при отпускании

$$K_о = \frac{AW_о}{AW_{ро}} \geqslant 1$$ (для замедленных реле принимают $K_о > 2{,}5$),

где $K_с$, $K_н$, $K_у$ и $K_о$ — соответствующие коэфициенты надёжности;

$AW_{рс}$, $AW_{рн}$, $AW_{ру}$ и $AW_{ро}$ — рабочие ампервитки для полученного значения числа витков и соответствующих рабочих токов $I_{рс}$, $I_{рн}$, $I_{ру}$ и $I_{ро}$.

Время срабатывания реле зависит от времени нарастания тока до величины тока срабатывания и времени движения

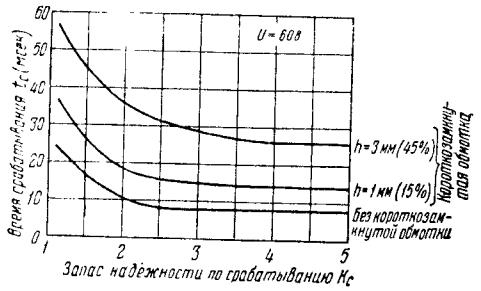


Фиг. 123. Время срабатывания реле типа РПН

якоря, причём наибольшее влияние оказывает первое. Время срабатывания зависит от постоянной времени цепи и запаса по току срабатываиия. Время срабатывания плоского реле типа РПН от запаса надёжности по току срабатывания при различном числе витков и напряжении батарен 60 *в* дано на фиг. 123.

Наличие короткозамкнутых обмоток увеличивает время срабатывания (фиг. 124).

Время отпускания зависит от нагрузки, толщины пластины отлипания, тока предва-

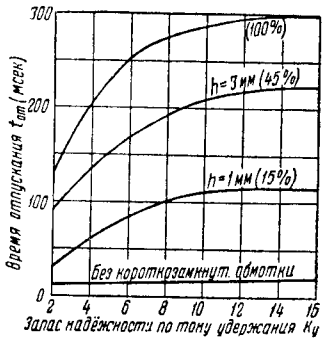


Фиг. 124. Время срабатывания реле типа РПН

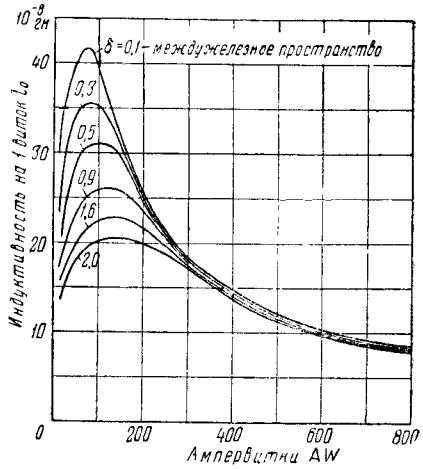
рительного намагничивания и наличия короткозамкнутой обмотки.

Время отпускания плоского реле типа РПН с пластиной отлипания 0,1 *мм* определяют по кривым фиг. 125 в зависимости от коэфициента надёжности $K_у$.

При увеличении толщины пластины отлипания должен вводиться поправочный коэфи-



Фиг. 125. Время отпускания реле типа РПН



Фиг. 126. Индуктивность реле для постоянного тока

циент: при пластине 0,15 *мм* — 0,8; при 0,2 *мм* — 0,7; при 0,3 *мм* — 0,6; при 0,4 *мм* — 0,5; при 0,5 *мм* — 0,4.

Определение времени срабатывания и отпускания реле типа 100 — см. [10].

Значительное влияние на время срабатывания и отпускания оказывает наличие в цепи реле сопротивлений, ёмкостей и индуктивностей — см. [10].

Индуктивность реле постоянному току равна

$$L = l_0 W^2,$$

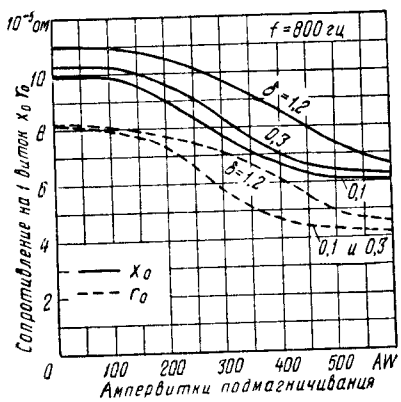
где l_0 — коэфициент, учитывающий конструкцию реле, междужелезное пространство и подмагничивание. Значение этого коэфициента для реле типа 100— см. [10, 28], для реле типа РПН — фиг. 126.

Полное сопротивление еле при переменном токе

$$Z = \sqrt{r_0^2 + x_0^2 W^2},$$

где r_0 и x_0 — активное и индуктивное сопротивления одного витка, зависящие от конструкции реле, междужелезного пространства, частоты тока и степени подмагничивания постоянным током.

Значения r_0 и x_0 для реле типа РПН даны на фиг. 127; расчёт полного сопротивления реле типа 100 — см. [10].



Фиг. 127. Полное сопротивление реле

помещений телефонной станции и размещение оборудования в них, составление кабельного плана станции, составление схемы токораспределительной сети и расчёт сечения питающих проводов.

Монтированную ёмкость станции обычно задают и уточняют в процессе проектирования. Конечную ёмкость определяют в ходе изысканий на основании данных о развитии железнодорожного узла на ближайшие 10 лет.

Систему станции—автоматическую или ручную телефонную станцию (АТС или РТС) обычно задают. Тип станции выбирают с учётом её конечной ёмкости и значения данного железнодорожного узла.

При составлении скелетной схемы станции учитывают как внутренние связи между абонентами, так и связи с междугородной и городской телефонными станциями, с коммутаторными установками того же железнодорожного узла и с удалёнными абонентами.

Величина телефонной нагрузки (трафика) телефонной станции является основой расчётов при проектировании телефонных станций. Для данной станции или группы приборов величина телефонной нагрузки в час наибольшей нагрузки (ЧНН) определяется по формуле

$$y = \frac{CNkt}{100} \text{ минуто-занятий} =$$

$$= \frac{CNkt}{60 \cdot 100} \text{ часо-занятий}, \qquad (1)$$

где C — среднее число занятий (вызовов, переговоров) на одного абонента в сутки;

N — число абонентов данной станции и в группе, для которой определяется число соединительных приборов;

k — величина коэфициента концентрации в процентах;

t — продолжительность одного занятия в мин.

Абонентов железнодорожных станций можно подразделить на следующие категории, характеризующиеся не только различным числом абонентов каждой категории, но и различными значениями величин C, k и t: руководство (N_p, C_p, k_p, t_p), оперативные работники (N_o, C_o, k_o, t_o), прочие служебные абоненты (N_c, C_c, k_c, t_c) и квартирные абоненты ($N_к$, $C_к$, $k_к$, $t_к$). Общая величина телефонной нагрузки в ЧНН, создаваемой указанными категориями абонентов, может быть вычислена по формуле:

$$Y = \frac{C_p N_p k_p t_p + C_o N_o k_o t_o + C_c N_c k_c t_c + C_к N_к k_к t_к}{60 \cdot 100} \text{ часо-занятий}. \qquad (2)$$

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕЛЕФОННЫХ СТАНЦИЙ

Общие сведения. К основным вопросам проектирования телефонных станций относятся: определение монтированной и конечной ёмкостей станции, выбор типа станции и составление её скелетной схемы, определение величины телефонного сообщения, расчёт объёма оборудования станции, выбор и расчёт системы электропитания станции, планировка

Среднее число занятий на одного абонента в ЧНН

$$C_{ср} = C_p k_p \frac{N_p}{N} + C_o k_o \frac{N_o}{N} + C_c k_c \frac{N_c}{N} + C_к k_к \frac{N_к}{N}, \qquad (3)$$

где $N = N_p + N_o + N_c + N_к$ — общее число абонентов станции или в группе.

Средняя длительность одного занятия в ЧНН

одного вызова t_0 и среднем времени ответа станции $\tau_{ср}$ приведены в табл. 118.

$$t_{ср} = \frac{C_p N_p k_p t_p + C_o N_o k_o t_o + C_c N_c k_c t_c + C_к N_к k_к t_к}{C_p N_p k_p + C_o N_o k_o + C_c N_c k_c + C_к N_к k_к}. \quad (4)$$

Исходные величины C, t и k, входящие в формулы (2) — (4), определяются по данным наблюдения или существующей статистики телефонных нагрузок проектируемого объекта или существующего объекта, аналогичного проектируемому.

Величины Y, $C_{ср}$ и $t_{ср}$ рассчитываются с учётом всех видов соединений, т. е. внутренних переговоров, переговоров по соединительным линиям, заказов на междугородную телефонную станцию и т. п.

Остальные вопросы, связанные с проектированием телефонной станции, решаются в зависимости от системы станции — АТС или РТС, как показано ниже.

Элементы проектирования ручных телефонных станций

Скелетная схема телефонной станции составляется после выбора типа телефонной станции (МБ, ЦБ × 2, ЦБ × 3 × 2) и решения вопроса о способах связи с городской телефонной станцией, коммутаторными установками железнодорожного узла, междугородной телефонной станцией и т. п.

Расчёт оборудования ручной телефонной станции. Пользуясь формулами (1)—(4), на основании выбранных исходных данных производят предварительные расчёты и затем приступают к расчёту оборудования станции.

Расчёт числа рабочих мест. Число рабочих мест на станции

$$m = \frac{NC_{ср}}{S_н}, \quad (5)$$

где N — ёмкость станции;

$C_{ср}$ — среднее число вызовов на одного абонента в ЧНН;

$S_н$ — количество вызовов, обслуживаемых в ЧНН одной телефонисткой.

Средние данные о числе вызовов, обслуживаемых одной телефонисткой в ЧНН, $S_н$, а также данные о среднем времени обработки

Таблица 118

Данные об обработке вызовов

Системы станций	$S_н$	t_0 сек.	$\tau_{ср}$ сек.	Не ниже 90% ответов должны иметь продолжительность (в сек.) до
ЦБ ёмкостью поля 100 номеров	500	4	4,5	7
ЦБ ёмкостью местного поля 150 номеров	580	4	5,5	8
МБ	400	6	6	8,5

Расчёт числа соединительных линий. Нагрузка соединительных линий зависит от числа вызовов по ним в ЧНН и от продолжительности занятия на один разговор. Она учитывается в разговоро-минутах занятия. Число разговоро-минут занятия определяется для каждого пучка соединительных линий в требующихся направлениях по формуле

$$Ct = NC_{ср}[t_c(1-p) + t_{нс}p], \quad (6)$$

где Ct — число минуто-занятий;

N — ёмкость станции;

$C_{ср}$ — число вызовов в ЧНН;

t_c — время занятия соединительных линий на один состоявшийся разговор в мин.;

$t_{нс}$ — время занятия соединительных линий на один несостоявшийся разговор;

p — процент несостоявшихся разговоров или отказов в ЧНН вследствие занятости вызываемого абоиента.

Величина p определяется по формуле

$$p = \frac{C_{ср}(t_1 + t_2)\ 100}{60 + C_{ср}(t_1 + t_2 - t_3)}\ \%, \quad (7)$$

где t_1 — время занятия линии вызывающего абонента при состоявшемся разговоре в мин.;

t_2 — время занятия линии вызываемого абонента при состоявшемся разговоре в мин.;

t_3 — время занятия линии вызывающего абонента при несостоявшемся разговоре в мин.

Величины t_1, t_2 и t_3 определяются как средние значения из данных, относящихся к каждой категории разговоров (внутреннее сообщение, исходящие и входящие разговоры по соединительным линиям, междугородный переговор).

Для ориентировочных расчётов могут быть использованы значения продолжительности соединений, указанные в табл. 119.

Расчёт величин t_1, t_2 и t_3 ведут с учётом удельного веса каждого вида переговоров. Если, например, внутренние переговоры составляют $q_{вн}$% общего числа переговоров, исходящие разговоры к коммутаторным установкам по соединительным линиям — $q_{сл}$%, исходящие разговоры на АТС — $q_{АТС}$% и заказы на междугородные переговоры — $q_м$%, то величина t_1 на основании данных табл. 119 составит

$$t_1 = \frac{2{,}38\ q_{вн} + 3{,}06\ q_{сл} + 3{,}25\ q_{АТС} + 1{,}42\ q_м}{100}. \quad (8)$$

Аналогично определяются и величины t_2 и t_3.

Определив по формуле (6) величину Ct и задавшись величиной потерь p (обычно берут 10‰), определяют искомое число соединительных линий по табл. 120.

Таблица 119

Продолжительность соединений для различных видов переговоров

Вид переговора	Продолжительность занятия линии в ЧНН в минутах		
	вызывающего абонента при состоявшемся разговоре	вызываемого абонента при состоявшемся разговоре	вызывающего абонента при несостоявшемся разговоре
Внутреннее сообщение	2,38	2,22	0,20
Сообщение по соединительным линиям	3,06 (исходящие)	2,72 (входящие)	0,46
Исходящее сообщение на АТС	3,25	—	0,75
Заказ на междугородный коммутатор .	1,42	—	—
Междугородный разговор (при длительности чистого разговора 5 минут)	5,83	5,73	—

Таблица 120

Определение числа соединительных линий (P=10%)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	—	—	—	20	90	120	154	192	230
1	270	310	352	396	442	438	534	580	628	676
2	724	772	822	872	922	972	1 024	1 078	1 132	1 186
3	1 240	1 292	1 344	1 396	1 448	1 500	1 552	1 604	1 656	1 708
4	1 760	1 812	1 864	1 916	1 968	2 020	2 074	2 128	2 182	2 236
5	2 290	2 344	2 393	2 452	2 506	2 560	2 614	2 668	2 722	2 766
6	2 830	2 886	2 942	2 998	3 054	3 110	3 166	3 222	3 278	3 334
7	3 390	3 446	3 502	3 558	3 614	3 670	3 726	3 782	3 838	3 894
8	3 950	4 006	4 062	4 118	4 174	4 230	4 286	4 342	4 398	4 454
9	4 510	4 566	4 622	4 678	4 734	4 790	4 846	4 902	4 958	5 014
10	5 070	5 126	5 182	5 238	5 294	5 350	5 406	5 462	5 518	5 574

В этой таблице в столбцах помещены числа разговоро-минут занятия, в левом вертикальном ряду десятки, а в верхнем горизонтальном — единицы искомого числа соединительных линий.

Указанный расчёт производится для каждого пучка соединительных линий.

Электропитание телефонных станций системы МБ. Для электропитания приборов телефонных коммутаторов системы МБ (без многократного поля) применяют батареи с напряжением 3—4 *в*, составленные из 2—3 элементов типа 6СМВД или из 4—6 медно-окисных элементов на каждое рабочее место.

В качестве источников вызывного тока применяют токовращатели, машинные индукторы или вызывные трансформаторы, питаемые от сети переменного тока. Токовращатели для станции системы МБ выбирают на напряжение 6 *в* и для питания их устанавливают батарею из 4—5 элементов типа 6СМВД или из соответствующего количества медно-окисных элементов.

Электропитание телефонных станций системы ЦБ. Для электропитания телефонных станций системы ЦБ может быть применён один из следующих способов:

непосредственное питание от аккумуляторных батарей по способу «заряд — разряд»;

смешанное питание от аккумуляторных батарей и преобразователей, работающих параллельно с аккумуляторными батареями в течение части суток;

питание от выпрямителей, работающих параллельно с аккумуляторными батареями в буферном режиме.

Питание по способу «заряд — разряд» и смешанное питание применяют в тех случаях, когда не обеспечивается круглосуточное электроснабжение от сети переменного тока.

В пунктах, обеспеченных бесперебойным круглосуточным электроснабжением от сети переменного тока, целесообразнее применять выпрямители, работающие параллельно с аккумуляторными батареями в буферном режиме.

При наличии в узле связи аппаратуры дальней связи источники постоянного тока напряжением 24 *в* используются как для питания телефонной станции, так и для питания аппаратуры дальней связи.

Более подробно о системах электропитания узлов связи и схемах питающих установок см. в главе «Электропитание устройств связи» данного тома.

Расчёт ёмкости аккумуляторных батарей может быть произведён по формулам, приведённым в табл. 121.

Электропитающая установка телефонной станции системы ЦБ с номинальным напряжением в 24 *в* в отношении постоянства напряжения и его пульсации должна удовлетворять требованиям ГОСТ 5237-50.

В качестве источников вызывного тока на телефонных станциях применяют токовращатели, трансформаторы, машинные индукторы и мотор-генераторы.

Основные данные токовращателей и вызывных трансформаторов приведены в табл. 90 и 91. Машинные индукторы, состоящие из пятимагнитного индуктора и мотора в $^1/_8$ ло

Таблица 121

Формулы для расчёта источников питания телефонной станции системы ЦБ

Определяемая величина	Расчётная формула при системе питания	
	по способу «заряд—разряд» и смешанного питания	по буферному способу
Ёмкость батареи в *а-ч*	$Q = Q_{ст} + q_в + q_{ао}$, где $Q_{ст} = 1{,}05\frac{qN}{100}$, $q_в = I_в t_в$; при применении машинных индукторов и вызывных агрегатов $q_в = \frac{I_m N'}{1\,200}$; при применении токовращателей $q_{ао} = \frac{nwt_{ав}}{24}$	$Q = (I_{чнн} + I_в + I_{ао})t_р$

Обозначения в формулах:

N — число абонентов при конечной ёмкости станции;
q — ёмкость, требующаяся для питания 100 абонентов, в *а-ч*;
$q_в$ — ёмкость, требующаяся для питания резервных источников вызывного тока, в *а-ч*;
$I_в$ — величина тока питания мотора вызывного агрегата в *а*;
$t_в$ — время действия в часах вызывного агрегата за сутки;
I_m — ток питания токовращателя в *а*;
N' — общее число вызовов в сутки;
n — число ламп аварийного освещения;
w — число ватт на лампу;
$t_{ав}$ — время действия освещения (для станций, обеспеченных электроснабжением,—2 часа, для станций, не обеспеченных бесперебойным электроснабжением, — 6 час.); учитывается в том случае, когда аварийное освещение предусматривается от батареи РТС;
$I_{чнн}$ — величина тока, потребляемого станцией, в ЧНН, в *а*;
$I_{ао}$ — величина тока, потребляемого аварийным освещением;
$t_р$ — время разряда батареи в часах (1—2 часа).

шадиной силы, устанавливают на станциях ёмкостью до 500 номеров.

Токовращатели устанавливаются в качестве резервных источников вызывного тока (из расчёта 1 токовращатель на 3—4 коммутатора). Мотор-генераторы типа П-0,25 (80 *в* и 0,5 *а* при частоте 16 *гц*) или типа П-1 (80 *в* и 3 *а* при частоте 16 *гц*) применяются на телефонных станциях больших ёмкостей.

Планировка помещений ручной телефонной станции и размещение в них оборудования. Для ручной телефонной станции выделяют следующие основные помещения: коммутаторный зал, кроссовую, помещение для вводной шахты, генераторную, аккумуляторную с кислотной, комнату отдыха телефонисток. При наличии на данной станции других устройств связи источники электропитания устанавливают в генераторной и аккумуляторной данного узла связи.

Здание, в котором размещаются устройства телефонной станции, должно быть каменным или бетонным. Для очень малых станций допускают деревянные здания. Отопление желательно иметь центральное водяное. При печном отоплении топки должны быть вынесены из технических помещений станции.

При размещении оборудования в технических помещениях телефонной станции необходимо обеспечивать наибольшие удобства при эксплоатации; возможность расширения станции (исходя из десятилетнего развития) без перерыва её действия; экономию кабелей и проводов внутренней проводки; удобное и рациональное устройство желобов.

В коммутаторном зале устанавливается следующее оборудование: коммутаторы с правым и левым аннексами; вводные шкафы; стативы шнуровых реле; стол старшей телефонистки, токораспределительные доски.

При установке оборудования в коммутаторном зале соблюдают следующие условия:

1) коммутаторы устанавливают так, чтобы была обеспечена хорошая видимость полей коммутатора; естественный свет должен быть с левой стороны;

2) вводные шкафы устанавливают в начале и в конце коммутаторного ряда, если в соседнем помещении устанавливают междугородные коммутаторы, к которым подаются кабели многократного поля;

3) стативы шнуровых реле устанавливают сзади ряда коммутаторов и перпендикулярно к нему. Каждый статив реле должен быть установлен против стыка двух смежных коммутаторов (1 и 2, 3 и 4 и т. д.);

4) стол старшей телефонистки устанавливают так, чтобы она могла наблюдать за работой рядовых телефонисток, сидя за столом;

5) токораспределительные доски крепят к одной из стен над жолобом, по которому подходят питающие провода к коммутаториому ряду и стативам *ШР*.

Высота помещения коммутаториого зала должна быть не менее 3 *м*. Кубатура зала должна составлять 17—18 $м^3$ на одного работника.

Помещение кросса должно быть расположено рядом с коммутаторным залом, что необходимо для удобства монтажа и экономии кабелей. В кроссовой устанавливаются: главный щит переключений (кросс), стативы линейных реле и реле соединительных линий, стативы реле междугородных коммутаторов, если последние установлены в смежном помещении, токораспределительная доска, испытательный прибор и сигнальные номерники.

Главный щит переключений и стативы реле устанавливают так, чтобы была обеспечена наибольшая их освещёиность. Испытательный прибор устанавливают поблизости от щита переключений. Прибор может быть установлен и на каркасе кросса с освещаемой стороны.

Токораспределительную доску устанавливают с учётом экономии проводов и эксплоатационных удобств.

Высота помещения кросса должна быть не меньше 2,7 *м*.

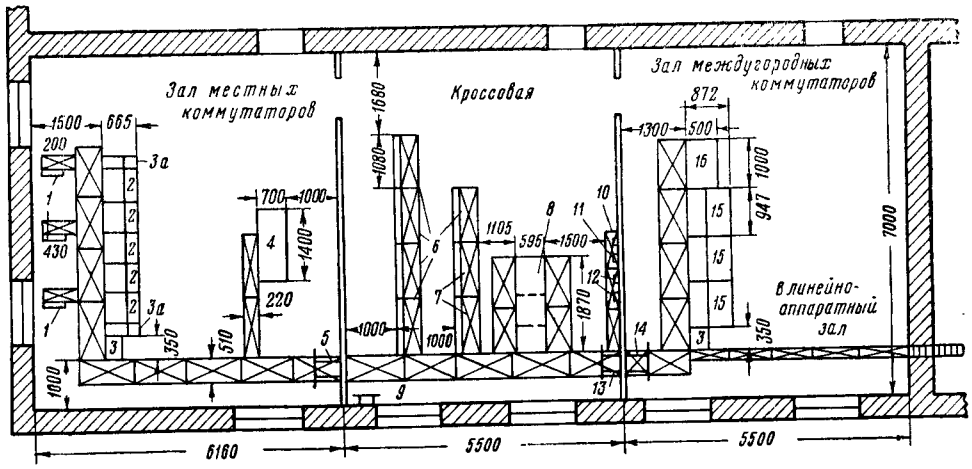
При размещении оборудования в коммутаторном зале и в кроссовой должны соблюдаться размеры проходов, приведённые в табл. 122.

Вводная шахта предназначается для распайки линейных кабелей большой ёмкости на стопарные кабели, подаваемые к громоотводным полосам главного щита переключений. Размеры шахты определяют количеством распаек. Высота помещения шахты должна быть не менее 2 *м*. Шахта размещается между станционным колодцем и помещением кросса в непосредственной близости к последнему. На станциях малой ёмкости при подземном вводе кабелей в качестве шахты используют телефонный колодец.

Требования, предъявляемые к помещениям генераторной и аккумуляторной, и указания по размещению в них оборудования см. в главе «Электропитание устройств связи» данного тома.

Примерное расположение оборудования телефонной станции системы ЦБ×3×2 ёмкостью 500 номеров приведено на фиг. 128.

Кабельный план телефонной станции объединяет на общем чертеже схему соединений станционного оборудования. Ёмкость кабелей, соединяющих отдельные элементы станционного оборудования, определяется в соответствии с принципиальной схемой и конструкцией оборудования. Длина каждого кабеля определяется непосредственно из чертежа размещения оборудования и разрезов здания.

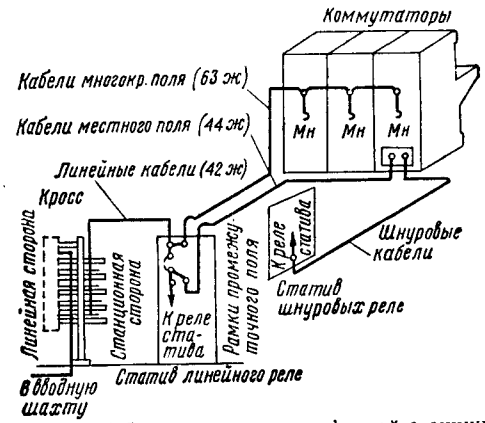


Фиг. 128. Расположение оборудования телефонной станции ЦБ×3×2: *1*—статив шнуровых реле; *2*—местный коммутатор системы ЦБ×3×2; *3*—вводный шкаф; *3а*—аннексы; *4*—контрольный стол на 20 рабочих мест; *5*—токораспределительный щит коммутаториый; *6*—статив линейных реле; *7*—статив реле междугородных линий; *8*—щит переключений на трёх ячеек; *9*—испытательный прибор ЦБ; *10*—сигнальный номерник на 20 сигналов; *11* — сигнальный номерник на 20 сигналов (ЛР); *12*—сигнальный номерник на 5 сигналов для кросса; *13*—токораспределительный кроссовый щит; *14*—токораспределительный щит междугородного коммутатора; *15* — междугородный коммутатор ЦБ×3×2; *16*—стол заказов

Таблица 122

Ширина проходов в коммутаториой и кроссовой

Наименование расстояния	Ширина в *м* не менее
От стены до начала коммутаторного ряда	0,8
От стены до конца коммутаторного ряда с учётом конечной ёмкости	0,5
Ширина аванзала перед коммутаторами	2—3
От стены до задней стенки коммутатора	1,4
От стены до статива шнуровых реле	0,15
От стены до главного щита переключений	1
Проходы между стеной и торцевыми краями главного щита переключений	0,8
Начало ряда стативов реле должно находиться от стены на расстоянии	0,8
Проход между стеной и задней стороной стативов реле	0,8
Проход между стативами реле и главным щитом переключений	1,2



Фиг. 129. Кабельная схема телефонной станции ЦБ×3×2

На фиг. 129 в качестве примера приведена кабельная схема телефонной станции системы ЦБ×3×2, а в табл. 123 указаны кабели, требующиеся для монтажа этой станции.

Таблица 123

Кабели для монтажа станции ЦБ×3×2

Наименование кабеля	Число жил на один комплект	Тип кабеля: число жил	Тип кабеля: марка	Число кусков на 100 номеров
Для соединения вводной шахты с кроссом	2	103×2	ТСО	1
Для соединения кросса с промежуточным полем	2	21×2	»	5
Для соединения промежуточного поля с многократным полем	3	21×3	»	5
Для соединения гнёзд многократного поля	3	21×3	ТОС	Подсчитывается по расположению полей. Для каждой секции многократного поля требуется 5 кусков
Для соединения промежуточного поля с местным полем	4	11×4	ТСО	10
Для соединения коммутаторов со стативами шнуровых реле	4	11×4	»	2 кабеля на 18 шнуровых пар

Токораспределительная сеть и её расчёт. Токораспределительная сеть телефонной станции состоит из нескольких последовательно соединённых и разветвлённых участков с различной величиной тока, проходящего на каждом участке. Перед расчётом токораспределительной сети составляется её схема, на которой указываются длины отдельных участков сети и величины протекающих по ним токов.

Токораспределительную сеть рассчитывают так, чтобы при наименьшем расходе меди на сеть в целом падение напряжения между источником тока и потребителем тока не превышало 2% от рабочего напряжения. Расчёт прямого (минусового) и обратного (плюсового) проводов ведётся раздельно. Если принять падение напряжения в рубильниках и предохранителях равным 0,08 *в*, то допустимое падение напряжения в минусовом или плюсовом проводах при напряжении питающей установки в 24 *в* составит

$$\Delta U = \frac{0{,}48 - 0{,}08}{2} = 0{,}2 \text{ в}.$$

Необходимые для расчётов наибольшие значения токов определяют вычислением и суммированием токов в цепях, которые могут одновременно питаться данным участком токораспределительной сети.

Сечение проводов токораспределительной сети в *мм*²

$$q = \frac{Il}{\gamma \Delta U}, \qquad (9)$$

где I — ток, протекающий по рассматриваемому участку, в *а*;
l — длина участка в *м*;
γ — удельная проводимость провода в *м/ом·мм*²;
ΔU — допустимое падение напряжения на рассматриваемом участке в *в*.

Элементы проектирования шаговых автоматических телефонных станций (ЖАТС)

Составление скелетной схемы станции и схемы группообразования. Скелетная схема составляется после выбора типа АТС и решения вопроса о способах связи с междугородной телефонной станцией, городской телефонной станцией и с коммутаторными установками железнодорожного узла.

Скелетная схема должна обеспечивать возможность применения общесетевой единой нумерации абонентов.

Основные скелетные схемы ЖАТС приведены на фиг. 107 и 108.

Схему группообразования составляют на основании скелетной схемы связи с учётом следующих соображений:

приборы каждой ступени искания, участвующие в установлении соединения, объединяются в группы;

приборы одной группы могут соединяться только с определённым числом приборов группы следующей ступени искания;

группа, устанавливающая соединение, называется передающей, а группа, воспринимающая соединение, — принимающей;

каждая группа может объединять несколько подгрупп; подгруппа объединяет одну или несколько стоек (плат), соединённых многократно;

число выходов в каждой подгруппе равно числу шагов вращения искателя;

передающая группа соединяется с принимающей пучком линий.

В случае, когда все приборы передающей группы могут подключаться к любому прибору принимающей группы, пучок линий называется полнодоступным, или совершенным; если же соединение каждого прибора передающей группы с каждым прибором принимающей группы не обеспечивается, то пучок линий называется несовершенным.

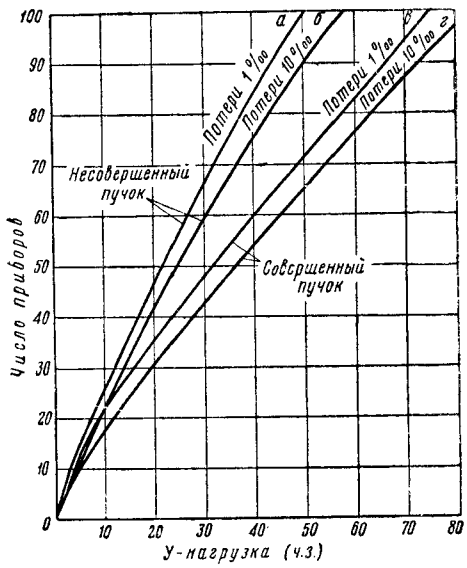
Потребное число приборов принимающей группы при совершенном пучке линий ниже, чем при несовершенном (фиг. 130).

Образование совершенного пучка возможно только тогда, когда число приборов принимающей группы меньше числа многократно соединённых шагов вращения искателей передающей группы.

Использование приборов принимающей группы, а следовательно, и требующееся количество их зависит от величины передающей группы (количества абонентов или приборов),

а при несовершенном пучке линий также и от числа шагов вращения искателей.

При составлении схемы группообразования исходят также из удобства монтажа и эксплоатации ЖАТС, для чего образовывают группы, кратные сотням ёмкости станции.



Фиг. 130. Графики зависимости числа приборов или соединительных линий от нагрузки.

Для большой нагрузки число приборов определяют по формуле $n = \frac{y}{K}$, где $K = 0{,}5$ для случая *а*; $K = 0{,}57$ для случая *б*; $K = 0{,}75$ для случая *в*; $K = 0{,}83$ для случая *г*

Примерная схема группообразования ЖАТС ёмкостью 2 000 номеров приведена на фиг. 131.

Расчёт числа приборов станции и числа соединительных линий производится на основе исходных данных, устанавливаемых при изысканиях.

Пользуясь этими данными, подсчитывают по формуле (2) величину телефонной нагрузки, создаваемой одним абонентом в ЧНН по каждому виду соединений: внутренних ($y_{вн}$), исходящих и входящих к городской телефонной станции ($y_{исх.\ гтс}$ и $y_{вх.\ гтс}$), исходящих и входящих к коммутаторным установкам ($y_{исх.\ ку}$ и $y_{вх.\ ку}$), по специальным линиям ($y_{сп.\ л}$) на междугородную телефонную станцию ($y_{мтс}$).

Например, для внутреннего соединения:

$$y_{вн} = y_{вн}N = \frac{1{,}1\,(N_p C_{рвн} k_{рвн} t_{рвн} + N_0 C_{овн} k_{овн} t_{овн} + N_c C_{свн} k_{свн} t_{свн} + N_к C_{квн} k_{квн} t_{квн})}{60 \cdot 100}$$

часо-занятий, (10)

где коэфициент 1,1 введён для учёта нагрузки от соединений, не оканчивающихся разговором.

Зная, какие виды соединений осуществляются той или иной группой приборов или соединительных линий, определяют телефонную нагрузку от одного абонента на данную группу приборов или соединительных линий. Например, для *ИГИ*, через которые проходят соединения: внутренние, исходящие к городской телефонной станции (*ГТС*), к коммутаторным установкам (*КУ*) и по специальным линиям (*СП.Л*), величина телефонной нагрузки составит

$$y_{ИГИ} = y_{вн} + y_{исх.\ гтс} + y_{исх.\ ку} + y_{сп.\ л} \text{ часо-занятий.} \quad (11)$$

Общая нагрузка на группу приборов или соединительных линий зависит от числа абонентов, обслуживаемых этой группой. Так, для линейных искателей, обслуживающих 100 абонентов, общая нагрузка в ЧНН составляет

$$y_{ЛИ} = 100\,y_{ЛИ} \text{ часо-занятий.} \quad (12)$$

По кривым *а*, *б*, *в* и *г*, приведённым на фиг. 130, определяют число приборов или соединительных линий в группе, соответствующее полученным величинам телефонной нагрузки. Количество приборов и соединительных линий должно быть таким, чтобы потери в ЧНН из-за отсутствия свободных выходов для *ГИ* не превышали 0,1%, а для *ЛИ* и *СЛ* — 1%.

При невозможности получения данных для вычисления величины телефонной нагрузки количество потребных приборов можно определить по табл. 124 [61].

Монтаж станции должен быть выполнен так, чтобы имелась возможность увеличения числа приборов в каждой группе на 5—10%.

Число *ЛИ* на каждую сотню абонентов принимают равным: 17— при универсальных *ЛИ*, 14 — при связи от междугородной телефонной станции помимо приборов ЖАТС (через многократное поле или промежуточный стол) и 12— при связи от междугородной и городской телефонных станций помимо приборов ЖАТС (см. схему фиг. 107).

Расчёт оборудования кроссовой производится таким же способом, какой указан для расчёта оборудования кроссовой ручной телефонной станции, причём расчёт оборудования производится как для монтированной, так и для конечной ёмкостей станции (последнее необходимо для определения размеров кроссового помещения).

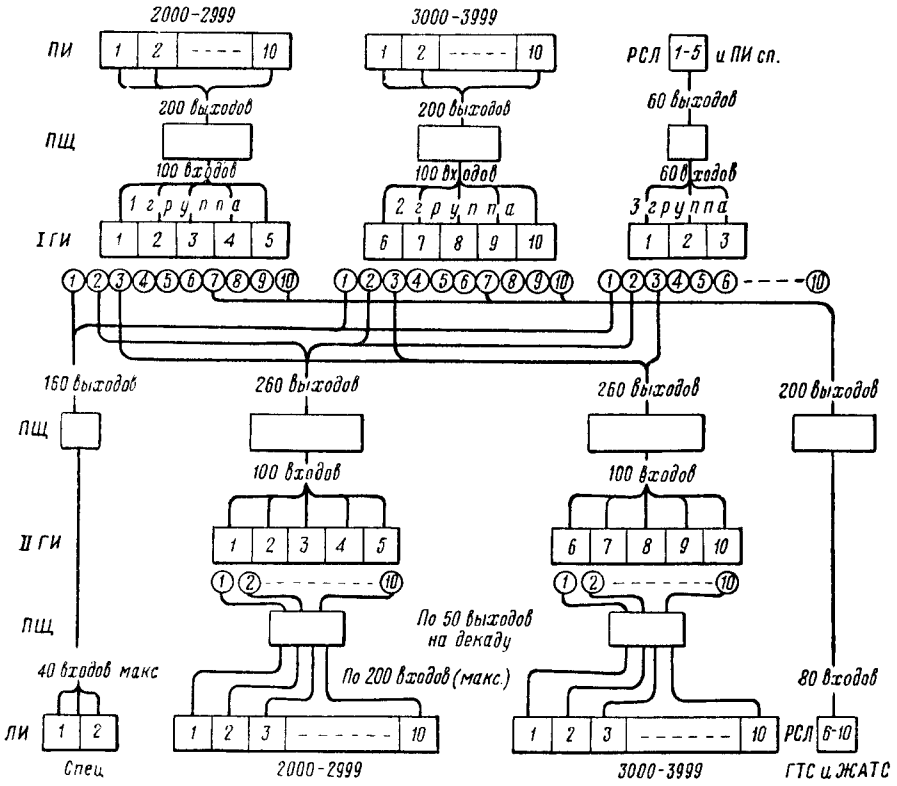
Схемы кроссировки разрабатываются в соответствии со схемой группообразования ЖАТС и данными расчёта числа приборов. По этим схемам производят соединения между передающей и принимающей группами. Создаваемые пучки линий должны обеспечивать наилучшее использование приборов.

Схемы кроссировки при образовании совершенных пучков линий представляют собой или простое запараллеливание ламелей одноимённых шагов вращения искателей разных подгрупп (фиг. 132, *а*) или запараллели-

Таблица 124

Число приборов или соединительных линий

Наименование приборов или соединительных линий	Число приборов или соединительных линий при ёмкости в номерах								
	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000
ПИ	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
I ГИ	30	43	55	66	75	84	92	100	108
II ГИ при пропуске через них входящей нагрузки от междугородной и городской телефонных станций и от коммутаторных установок	36	51	65	79	85	96	107	122	135
II ГИ при входящей связи от междугородной и городской телефонных станций через промежуточный стол или многократное поле	26	37	48	58	67	75	83	91	99
Исходящие и входящие соединительные линии с городской телефонной станцией	6	7	8	10	12	14	16	18	20
Соединительные линии к столу справок	2	2	2	2	3	3	3	3	4



Фиг. 131. Схема группообразования

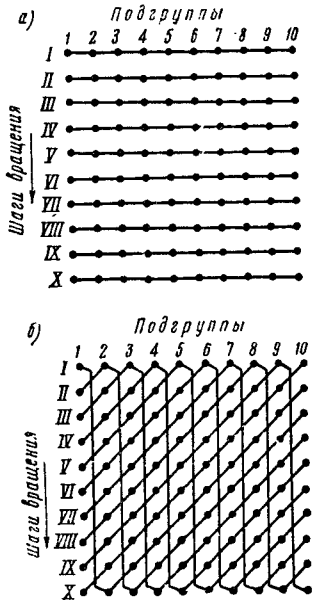
вание со сдвигом (фиг. 132,*б*). В последнем случае достигается более равномерное использование приборов принимающей группы.

Образование несовершенных пучков линий производят в случае, если число приборов принимающей группы больше числа шагов вращения искателей (в ЖАТС шаговой системы > 10). Для лучшего использования приборов схемы составляются так, чтобы отношение числа выходов передающей группы к числу приборов принимающей (отношение кроссировки) находилось в пределах (2 : 1) ÷ ÷ (4 : 1).

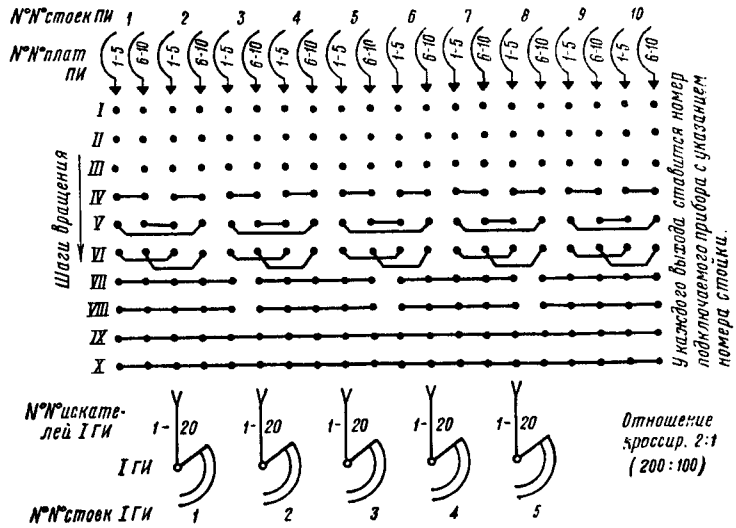
В искателях с исходным положением (например, *ПИ*, *ГИ*) наиболее загруженными являются первые шаги вращения. Поэтому к *I — IV* ламелям всех подгрупп присоединяют 70% приборов принимающей группы $\left(\frac{n}{100}\ 70\right)$.

На следующих шагах вращения выходы разных подгрупп соединяются параллельно, причём на последних 1—3 шагах параллельно соединяются выходы всех подгрупп. Примерная схема межгруппового включения дана на фиг. 133.

Электропитание ЖАТС. Электропитание аппаратуры ЖАТС постоянным током может быть осуществлено непосредственно от аккумуляторных батарей или по буферному способу от преобразователей, работающих параллельно с аккумуляторными батареями.



Фиг. 132. Схема кроссировки: *а*—простая; *б*—со сдвигом



Фиг. 133. Схема кроссировки *ПИ—IГИ* для группы на 1 000 номеров

Наиболее экономичным является буферный способ электропитания, применяемый в течение круглых суток, при котором аккумуляторные батареи работают в режиме непрерывного подзаряда.

Для питания ЖАТС устанавливаются два комплекта аккумуляторных батарей и преобразователей.

Каждую аккумуляторную батарею рассчитывают на непосредственное питание ЖАТС (при её конечной ёмкости) разрядным током аварийной нагрузки в течение 1,5—2 часов.

Число аккумуляторов в батарее определяется из условий допустимых пределов колебания напряжения (58—64 *в*) и с учётом допустимого падения напряжения в цепях питания аппаратуры (1,2 *в*).

Регулировка напряжения, подаваемого на аппаратуру ЖАТС, осуществляется с помощью противоэлементов. Этот способ, однако, вызывает непроизводительную трату электроэнергии в противоэлементах.

В настоящее время предпочитается схема регулировки напряжения с помощью дополнительных аккумуляторов.

Выбор типа аккумуляторов батареи производится по ёмкости и проверяется по наибольшему разрядному току $I_{ав}$. Необходимая ёмкость в *а-ч* [61]:

$$Q = Q_c kt + q_{ao}, \qquad (13)$$

где $Q_c = q_c N$, причём $q_c \approx 0{,}5$ *а-ч* — среднесуточный расход электричества на питание одного номера и N — количество абонентов при конечной ёмкости АТС;

$k = 0{,}1$ — коэфициент концентрации;

t — продолжительность в часах самостоятельной работы батареи и

q_{ao} — расход ёмкости на аварийное освещение (если оно предусматривается от батареи АТС).

Наибольший разрядный ток

$$I_{ав} = 0{,}1\, Q_c + I_{ao}, \qquad (14)$$

где I_{ao} — величина тока, потребляемого для аварийного освещения, рассчитываемая из условия обеспечения освещённости 20 *лк* на 1 *м*² основных помещений узла связи.

Дополнительные аккумуляторы выбирают той же ёмкости, что и основные.

В качестве преобразователей переменного тока на ЖАТС применяют мотор-генераторы и сухие выпрямители.

Мощность преобразователей должна обеспечивать возможность заряда одной из групп аккумуляторов в течение 7—8 часов.

Заряд или подзаряд дополнительных аккумуляторов предусматривается с помощью выпрямителей малой мощности, допускающих регулировку (ручную) напряжения в пределах 2—11 *в*. Этот же выпрямитель может быть использован для зарядки отдельных аккумуляторов после ремонта или выравнивающей подзарядки при их отставании.

Для питания ЖАТС вызывным и зуммерным токами в автоматном зале устанавли-

ваются сигнально-вызывные машины, монтируемые на стойке токораспределительных, сигнальных и вызывных устройств (*ТСВУ*) — по две сигнальные машины на каждой. Комплект *ТСВУ* рассчитан на обслуживание АТС ёмкостью до 1 000 номеров (сигнальные машины мощностью 12 *ва*) или до 5 000 номеров (сигнальные машины — 60 *ва*). При большей ёмкости станции устанавливается соответствующее количество стоек *ТСВУ*.

Более подробные сведения об устройствах электропитания см. в главе «Электропитание устройств связи» данного тома.

Планировка помещений и размещение оборудования ЖАТС. Для размещения оборудования ЖАТС предусматривают следующие основные помещения: автоматный зал, кроссовая, вводная кабельная шахта и регулировочная, в необходимых случаях также зал передаточных столов.

Размещение оборудования в автоматном зале производится с учётом наименьшего расхода кабелей (как между приборами самого зала, так и с внешними устройствами) и с соблюдением габаритов проходов, принятых для аппаратуры шаговых АТС. Оборудование в автоматном зале размещается рядами, перпендикулярными стене с окнами. С одной стороны рядов оставляется главный проход шириной не менее 1 200—1 500 *мм*. Принцип размещения оборудования в автоматном зале (с указанием габаритов проходов) указан на фиг. 116. Высота автоматного зала должна быть не менее 3,2 *м*.

Пол помещения автоматного зала должен выдерживать нагрузку 500 *кг/м*^{2}. Пол помещения автоматного зала покрывается линолеумом.

Размещение оборудования в кроссовой производится так же, как и на ручных станциях. Устройство вводной шахты аналогично устройству шахты на ручной станции.

Кабельный план станции составляют в соответствии с планом расположения оборудования и схемой группообразования. Соединение стоек *ПИ* с *ЛИ* и *ГЩП*, а также соединение выходов стоек, входящих в одну подгруппу, производится помимо промежуточного щита (*ПЩ*). Остальные кабели заводят на промежуточный щит, причём для упрощения кроссировки выходы от приборов передающих групп (подгрупп) подают на одну сторону промежуточного щита (вертикальные рамки), а входы приборов принимающих групп — на другую сторону (горизонтальные рамки).

На кабельном плане указываются ёмкость и тип кабеля, а также номера рамок промежуточного щита, к которым они присоединяются. Размещение рамок на промежуточном щите и пакетаж кабеля производятся таким образом, чтобы не было взаимного пересечения отдельных пакетов при переходе с одного жёлоба на другой и при их спуске к стойкам или к промежуточному щиту.

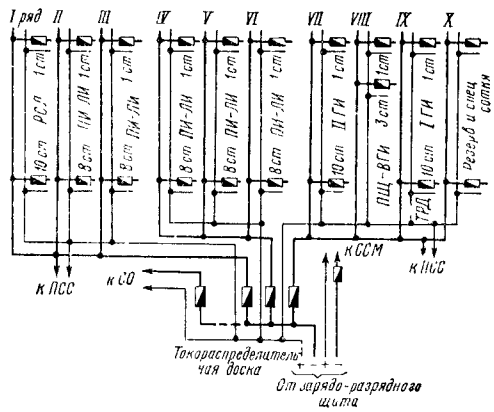
Токораспределительная сеть и расчёт проводов. План токораспределительной проводки приведён на фиг. 134. Напряжение ±60 *в* подаётся от зарядо-разрядного щита генераторной к токораспределительной доске автоматного зала двумя магистралями (медные шины или кабель ВРГ). В автоматном зале вся аппаратура разбивается на группы (по нескольку рядов аппаратуры) с потреблением тока до 60 *а* в каждой. В границах рядов каждой группы прокладываются групповые шины (провод *ПР*), соединяемые с рядовыми шинами.

К стойке сигнальных машин напряжение ±60 *в* подаётся непосредственно от зарядо-разрядного щита.

Падение напряжения в токораспределительной проводке, устройствах защиты и измерительных приборах не должно превосходить 1,2 *в* (2% от номинального напряжения).

Расчёт проводов токораспределительной проводки производится так же, как и в случае ручных телефонных станций.

При вычислении величины тока на участках токораспределительной сети можно принимать следующие значения тока, потребляемого отдельными приборами АТС: на 100 *ПИ* абонентских линий при 12 *ЛИ* на сотню—2,28 *а*,



Фиг. 134. План токораспределительной проводки

при 14 *ЛИ* на сотню — 2,66 *а*, при 17 *ЛИ* на сотню—3,23 *а*; на 100 *ПИ*, входящих и двусторонних соединительных линий — 19 *а*; на один *ТГИ* — 0,05 *а*, на один *ПТГИ* — 0,04 *а*, на один *ЛИ*—0,105 *а*, запрещающее устройство— 0,01 *а* на линию; на один комплект сбрасывающего устройства — 0,105 *а*; на один комплект *РСЛ* (стола обслуживания, соединительной линии с РТС, АТС, МТС) — 0,1 *а* на линию, на один стол обслуживания, стол справок и испытательный прибор АТС— по 0,5 *а*.

Число приборов при расчёте принимают, исходя из конечной ёмкости станции.

Заземления для телефонных станций. Заземления для телефонных станций устраивают в соответствии с ГОСТ 464-417.

Принципы устройства заземлений см. в главе «Телеграфия» данного тома.

Величины сопротивлений заземлений должны удовлетворять нормам, указанным в табл. 125. Разница величин сопротивлений двух отдельных заземлений не должна быть более двух.

Дополнительные сведения по проектированию телефонных станций — см [28, 36, 40, 66].

Таблица 125

Нормы электрического сопротивления заземлений

Назначение заземления	Сопротивление в *ом*
Для разрядников в кабельных ящиках и будках при числе проводов:	
до 10	20
10—20	10
более 20	5
Для абонентов с одним телефонным аппаратом	50
Для разрядников на промежуточных станциях и телефонных станциях МБ при числе входящих проводов:	
до 4	50
5—6	30
7—9	20
10—20	10
более 20	5
Для разрядников и батарей на телефонной станции ЦБ	5
Для батарей АТС	2
Для междугородных телефонных станций	3

ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ТЕЛЕФОННЫХ СТАНЦИЙ

Техническое состояние телефонных станций должно обеспечивать нормальную и бесперебойную работу станции.

Качественными показателями работы станции являются следующие:

а) быстрый ответ станции;

б) быстрое осуществление соединений и своевременное разъединение абонентов;

в) хорошая слышимость переговоров;

г) отсутствие помех при переговорах (переходных разговоров, шумов и тресков);

д) отсутствие неправильных соединений абонентов, разъединений во время разговоров и соединений с занятой линией.

Для выполнения этих требований необходимо:

а) повседневное наблюдение за работой станции;

б) немедленное устранение всех возникающих повреждений;

в) выполнение календарного плана предупредительного (профилактического) осмотра и ремонта оборудования;

г) содержание помещений и оборудования станции в соответствии с техническими требованиями.

Календарный план предупредительного осмотра и ремонта оборудования составляется на год для каждой станции старшим электромехаником и утверждается начальником дистанции сигнализации и связи. В соответствии с годовым планом составляются квартальные и месячные планы. В планах указываются: наименование работы, периодичность выполнения работы, исполнитель, норма затраты времени на выполнение работы. При установлении сроков проверки элементов станционного оборудования те детали, которые чаще выходят из строя, должны соответственно чаще подвергаться контрольным проверкам. Так, шнуровые пары, рабочее место телефонистки, соединительные линии проверяют ежедневно.

Все проверки следует производить во время наименьшей нагрузки станции — ночью или рано утром.

Если повреждение прибора будет обнаружено в часы интенсивной работы станции, но его отсутствие (например шнуровой пары) не может значительно повлиять на работу станции, то повреждённый прибор выключают из действия с тем, чтобы сделать исправление его в тот же день, во время наименьшей нагрузки станции. Повреждения аварийного характера (перегорание предохранителя и т. п.) должны устраняться немедленно.

Для быстрой смены неисправных деталей на телефонной станции должен храниться запас деталей.

Обслуживание кроссовой. При обслуживании кроссовой выполняют следующие основные работы:

а) предупредительный осмотр главного щита переключений;

б) устранение повреждений;

в) выполнение кроссировки на щите переключений;

г) плановые проверки абонентских, соединительных и прямых линий.

Проверка технического состояния оборудования кроссовой должна производиться в соответствии с периодичностью, указанной в табл. 126.

Таблица 126

Периодичность предупредительных проверок оборудования кроссовой

Наименование работы	Периодичность выполнения
Общий осмотр щита переключений и приведение в порядок приборов защиты, рамок и кроссового шнура	Ежедневно
Проверка сигнализации перегорания термических катушек	»
Проверка исправности испытательного прибора или стола	Один раз в месяц
Проверка с регулировкой линейных реле и реле соединительных линий (на ручных телефонных станциях)	Один раз в квартал
Полная проверка монтажа кроссовой с чисткой громоотводных полос	Два раза в год
Полная проверка монтажа и деталей испытательного прибора или стола	Один раз в год
Проверка абонентских, соединительных и прямых линий	Один раз в квартал

Плановые проверки состояния абонентских, соединительных и прямых линий производятся при помощи испытательного прибора или стола. При этом проверка абонентских линий производится один раз в месяц, а проверка соединительных и прямых линий — один раз в неделю.

Обслуживание коммутаторного зала ручной телефонной станции. Все проверки оборудования коммутаторного зала разделяются на электрические и механические, включая осмотр, ремонт и регулировку.

Проверки технического состояния оборудования коммутаторного зала должны производиться в соответствии с периодичностью, указанной в табл. 127.

Таблица 127

Периодичность предупредительных проверок оборудования коммутаторного зала

Наименование работы	Периодичность
Электрические проверки	
Проверка шнуровых пар и приборов рабочего места с помощью микротелефонных трубок или проверочного прибора	Ежедневно
Проверка коммутаторных шнуров	»
Проверка соединительных линий к другим телефонным станциям и заказных линий	Один раз в неделю
Осмотр и регулировка приборов и коммутаторов	
Проверка и регулировка рамок местного и многократного поля	Один раз в квартал
Проверка и регулировка абонентских комплектов (клапанов и реле)	Два раза в год
Проверка и регулировка реле шнуровых пар и рабочих мест	Один раз в квартал
Чистка и регулировка опросно-вызывных ключей	Один раз в полгода
Проверка и регулировка гарнитуры телефонистки и замена негодных шнуров	Шесть раз в месяц
Чистка и регулировка кнопок (*МИ, Ф, З, Т*)	Один раз в месяц
Перезаделка и замена коммутаторных шнуров	Один раз в полгода

Нормы эксплоатационно-технического содержания указаны в табл. 128.

Таблица 128

Нормы эксплоатационно-технического содержания ручных телефонных станций

Наименование	Норма
Линейные реле коммутатора ЦБ×2 должны работать при сопротивлении абонентской линии	От 0 до 800 *ом*
Отбойные реле $ОР_1$ и $ОР_2$ в коммутаторе ЦБ×2 должны работать при сопротивлении абонентской линии на стороне опросного (вызывного) штепселя	800 *ом*
То же, на стороне вызывного (опросного) штепселя	100 *ом*
Линейные реле коммутатора ЦБ×3×2 должны работать при сопротивлении абонентской линии	От 0 до 1 200 *ом*
Собственное затухание станции	Не более 0,15 *неп*
Переходное затухание	Не менее 9 *неп*
Сопротивление изоляции станционных кабелей совместно с включёнными рамками	200 *мгом*
Сопротивление изоляции шнуровой пары	20 *мгом*
Асимметрия схемы относительно земли (рекомендуемая норма)	0,2%
Потери питания	0,25 *неп*

Нормы регулировки указаны в табл. 129.

Таблица 129

Нормы регулировки приборов ручной телефонной станции

Наименование	Норма
Контактное давление в гнёздах, кнопках и ключах	50 *г*
Контактные пружины реле	По паспорту
Расстояние между контактами кнопки	1 *мм*
То же между контактами ключа	0,5 *мм*
То же между контактами ключа, замыкающими микрофонную цепь	0,3 »
Контактное давление пружин ламподержателя на щёчки лампы	50 *г*
Разрывное усилие на головках термических катушек	100 »
Контактное давление пружины на сигнальную шину громоотводной полосы	100 »
То же на колпачки трубчатых предохранителей	1'000 »
То же на угольные бруски	1 000 »
То же на сигнальную шину статива реле	10 »
Вызывной клапан:	
ход якоря	От 0,75 до 1 *мм*
люфт якоря	От 0,2 до 0,3 *мм*
зазор якоря в притянутом положении	От 0,1 до 0,3 *мм*
Бленкер вызывной — контактное давление пружин	15 *г*
Бленкер индукторный — ход якоря	От 0,4 до 0,6 *мм*

Обслуживание автоматической телефонной станции

Техническое обслуживание оборудования автоматного зала автоматической телефонной станции производится в соответствии с правилами обслуживания станции данной системы.

Общие нормы эксплоатационно-технического содержания автоматических телефонных станций приведены в табл. 130.

Таблица 130

Общие нормы эксплоатационно-технического содержания автоматических телефонных станций

Наименование	Норма
Сопротивление изоляции между проводами разговорной цепи (в пределах станции)	Не менее 50 *мгом*
Переходное затухание	Не менее 9 *неп*
Затухание станционных линий в пределах одной станции	0,08—0,15 *неп*
Изменение напряжения электропитающей установки постоянного тока	В пределах ±3,3%

Технический персонал ЖАТС обязан обеспечивать чёткое и бесперебойное действие аппаратуры при всех видах соединений, предусмотренных схемой связи.

Работа по эксплоатационно-техническому обслуживанию ЖАТС состоит из следующих основных операций:

1) непрерывное наблюдение за работой станционных устройств; выявление повреждённых приборов, определение характера повреждений и быстрое их устранение;

2) предупредительный осмотр и проверка аппаратуры;

3) содержание в чистоте приборов и монтажа станции;

4) регулировка и текущий ремонт приборов;

5) ведение журналов технического состояния и нагрузки ЖАТС.

Наблюдение за работой аппаратуры, проводимое круглосуточно, должно быть особо тщательным в дневные часы — часы наибольшей нагрузки станции.

Предупредительный осмотр, проверка, чистка и регулировка приборов должны проводиться в часы спада нагрузки (в ночное время).

Перечень работ по предупредительной проверке, чистке и регулировке аппаратуры автоматного зала ЖАТС дан в табл. 131. При этом каждая смена производит проверку прикреплённой аппаратуры и осуществляет общее эксплоатационное наблюдение за всеми устройствами ЖАТС.

Указания по регулировке и смазке оборудования шаговых железнодорожных автоматических телефонных станций — см. [63, 71].

Содержание технических помещений телефонной станции

Технические помещения телефонной станции, а также вспомогательные помещения, должны содержаться в полной чистоте. Удаление пыли с оборудования станции, желобов и кабелей должно производиться при помощи пылесоса не реже одного раза в месяц.

Технические помещения станции должны быть снабжены вентиляционной системой, обеспечивающей установленный обмен воздуха.

Температура воздуха в технических помещениях станции должна поддерживаться в пределах от 15 до 25°С.

Влажность в тех же помещениях должна поддерживаться в пределах от 55 до 65%. Измерения влажности должны производиться ежедневно.

Помещения телефонной станции должны быть снабжены противопожарными приспособлениями — сухими огнетушителями и ящиками с песком. Курение в помещениях станции, за исключением особо отведённых, категорически воспрещается.

Бензин, спирт, керосин и другие легковоспламеняющиеся вещества должны храниться в специально выделенных для этого помещениях.

ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕЛЕФОННЫХ СТАНЦИЯХ

Перед главным щитом переключений должен быть положен резиновый коврик, проверенный на изоляцию.

Таблица 131

Перечень работ по проверке, чистке и регулировке аппаратуры автоматного зала ЖАТС

Наименование работы	Периодичность
Электрическая проверки	
Проверка предыскателей на вращение, остановку, возвращение в исходное положение и на получение сигнала готовности	Ежемесячно
Проверка *I* и *II* групповых искателей на соединение, разговор и отбой	»
Проверка линейных искателей на соединение, разговор, занятость и отбой	»
Проверка исправности многократного поля и проводов *a*, *b*, *c* (выходы и входы приборов) на всех ступенях искания	»
Проверка шнуровых пар на прохождение соединения	7—8 раз в месяц
Проверка соединительных линий с городской телефонной станцией и коммутаторными установками	Два раза в сутки
Проверка специальных линий (стол справок, заказов и т. п.)	Один раз в сутки
Проверка пуска и переключения сигнальных машин	Два раза в сутки
Внешний осмотр, проверка, чистка и, при необходимости, регулировка аппаратуры автоматного зала	
Вращательные искатели (на рабочих местах)	Один раз в год
Декадно-шаговые искатели (со снятием с рабочих мест)	То же
Реле в комплектах (на рабочих местах)	» »
Пульспары (со снятием с рабочих мест)	Три раза в месяц
Сигнально-вызывные машины	Один раз в три месяца
Проверочная аппаратура и пробный статив	То же
Токораспределительная доска и измерительные приборы	Один раз в год
Стоечный монтаж	Один раз в месяц
Междустоечный монтаж, кабели, кабельросты; крепление питающих проводов и щин	Один раз в год
Промщиты — рамки и кроссировка	Два раза в год
Приборы и монтаж устройств сигнализации	Один раз в месяц
Наружная чистка оборудования и приборов	Один раз в три месяца
Проверка и возобновление нумерации и обозначений приборов, плат, рамок, стоек и пр.	Один раз в год

Замену предохранителей и разрядников на главном щите переключений в грозовой период необходимо производить в резиновых перчатках или при помощи специальных сжимов.

Касаться пальцами токоведущих частей для определения напряжения воспрещается.

Разжигать паяльные лампы разрешается только при соблюдении противопожарных мер.

При пользовании электрическими паяльниками по окончании работы не забывать выключать паяльники.

При шлямбуровке, штроблении и сверлении дыр над головой необходимо пользоваться предохранительными очками.

Лестницами необходимо пользоваться лишь установленного образца и требуемой длины. Надвязка лестниц не допускается. Лестницы не должны иметь нашитых ступенек; ступеньки должны быть прочно заделаны. Высота лестницы должна быть такой, чтобы работающий мог вести свою работу, стоя на лестнице не выше предпоследней ступеньки, для чего последний (верхний) пролёт лестницы должен быть зашит стальной сеткой.

Лестница должна иметь наконечники в виде остроконечных стальных упоров или мягкие резиновые — для работы на скользком полу. Если возможно падение лестницы, несмотря на наличие указанных наконечников, то у нижнего конца её должен находиться рабочий для удержания её от возможного падения.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ВНУТРИСТАНЦИОННОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ТЕКСТЕ И НА СХЕМАХ

АРГ — автоматическая регулировка громкости
Б — батарея
БКВ — бленкер контроля вызова
Бл — бленкер
БР — блокировочное реле
В — выключатель
ВБ — вызывной бленкер
ВК — вызывная кнопка
ВЛ — вызывная лампа
Впр — выпрямитель
ВР — вызывное реле
ВТ — вызывной трансформатор
Гн — гнездо
Д — динамик
ДВ — дистанционное включение
ДЗв — добавочный звонок
Др — дроссель
Зв — звонок
И — индуктор
ИК — индукционная катушка
КМТ — клавиша микротелефонной трубки
Л — линия
Лп — электронная лампа
ЛР — линейное реле
ЛТ — линейный трансформатор
М — микрофон
МИ — машинный индуктор
ОВЛ — общая вызывная лампа
ОР — отбойное реле
ПВИ — панель источников вызывного тока
Пд — педаль
Пр — предохранитель
Р — рычаг
РДМ — динамический микрофон
Рз — разрядник
РК — реактивная катушка
РУ — реле управления
СтН — стабилизатор напряжения
Т — телефон
ТВ — токовращатель
ТК — термическая катушка
ТКВ — трансформатор контроля вызова
Тр — трансформатор
ТТ — телефонный трансформатор
ШВ — шина вызывная
ШВР — шина вызывного реле
ШВЛ — шина вызывной лампы
ШЗ — шина звонковая
ШОВЛ — шина общей вызывной лампы
ШР — шина разговорная

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

К специальным видам внутристанционной телефонной связи относится стрелочная, маневровая, внутридеповская и внутризаводская связь.

Первоначально стрелочная телефонная связь осуществлялась по системе МБ. В помещениях стрелочных постов устанавливались телефонные аппараты системы МБ, а в помещении дежурного по станции в зависимости от числа стрелочных постов или телефонный аппарат системы МБ с переключателем на два направления или коммутатор системы МБ.

Применение стрелочной телефонной связи по системе МБ связано с серьёзными недостатками, а именно—со сложностью обслуживания коммутатора системы МБ, обусловленной необходимостью пользоваться шнуровыми парами и опросно-вызывным ключом, а также с неустойчивостью действия связи, происходящей вследствие быстрого высыхания (от жара печки) или замерзания элементов при аппаратах стрелочных постов

Поэтому было принято решение о переводе стрелочной связи на систему ЦБ. В связи с этим в период 1932—1935 гг. отечественной промышленностью были разработаны стрелочные коммутаторы системы ЦБ для крупных станций. С 1948 г. изготовляются новые стрелочные коммутаторы системы ЦБ как для малых, так и для больших станций. Стрелочные коммутаторы системы ЦБ в основном должны удовлетворять следующим требованиям:

а) любой из абонентов, включённых в коммутатор, должен иметь возможность вызвать дежурного по станции (ДСП);

б) абоненты не должны иметь возможности вести переговоры друг с другом без участия ДСП;

в) ДСП должен иметь возможность вызывать любого из абонентов, а также осуществлять циркулярный вызов и разговор;

г) при циркулярном разговоре ДСП должен знать, кто из абонентов участвует в разговоре;

д) любой из абонентов, вызывая ДСП, должен сразу устанавливать, занят или свободен ДСП, и при необходимости должен иметь возможность перебоя происходящего разговора;

е) коммутатор не должен иметь гнёзд и шнуров; вызов абонента с коммутатора должен осуществляться ДСП нажатием специальной кнопки;

ж) электропитание приборов коммутатора и аппаратов абонентов должно осуществляться от центральной батареи с напряжением 24 *в*.

БЛЕНКЕРНЫЕ СТРЕЛОЧНЫЕ КОММУТАТОРЫ СИСТЕМЫ ЦБ ЗАВОДОВ «ТРАНССВЯЗЬ» И «КРАСНАЯ ЗАРЯ»

Бленкерные коммутаторы стрелочной связи системы ЦБ заводов «Транссвязь» и «Красная заря» монтировались в основном по одной и той же схеме, представленной на фиг.135, и отличались друг от друга конструктивным оформлением и ёмкостью. Заводом «Транссвязь» выпускались коммутаторы настольного типа ёмкостью до 15 номеров. Коммутаторы завода «Красная заря» монтировались в корпусе настольно-стенного коммутатора и изготовлялись ёмкостью до 30 номеров.

Для электропитания коммутатора каждого типа требуется источник постоянного тока с напряжением 24 *в* и источник вызывного тока с напряжением 60—80 *в* и частотой 15—50 *гц*. Допускаемое колебание напряжения постоянного тока составляет 2 *в*. Потребление тока равно около 1 *а-ч* в сутки. В качестве источника вызывного тока применяют токовращатель или сеть переменного тока, подключаемую к коммутатору через понижающий трансформатор.

СТРЕЛОЧНЫЙ КОММУТАТОР ТИПА КСС-2 ЗАВОДА «ТРАНССВЯЗЬ»

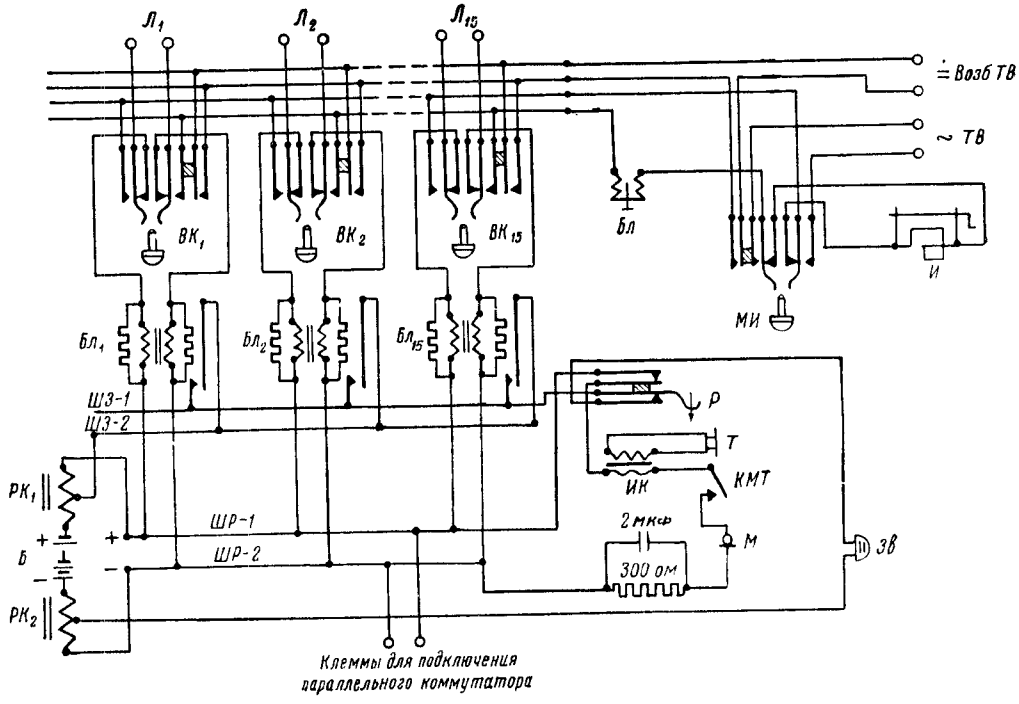
Коммутатор типа КСС-2 является бленкерным коммутатором системы ЦБ настольного типа, рассчитанным на включение двух стрелочных постов. Принципиальная схема коммутатора типа КСС-2 приведена на фиг.136. Размеры коммутатора: высота 235 *мм*, ширина 153 *мм* и глубина 215 *мм*.

Для питания коммутатора требуется постоянный ток при напряжении 12 *в*. В качестве источника вызывного тока служит ручной индуктор, смонтированный в корпусе коммутатора. Технические данные о коммутаторе приведены в табл. 132.

СТРЕЛОЧНЫЕ КОММУТАТОРЫ ЗАВОДА «ТРАНССВЯЗЬ» ТИПОВ КСС-14 И КСС-28

Стрелочные коммутаторы типов КСС-14 и КСС-28 предназначаются для оборудования стрелочной телефонной связи на крупных железнодорожных станциях, а также для устройства различных видов специальной внутристанционной связи. Эти коммутаторы являются ламповыми бесшнуровыми коммутаторами с кнопочным вызовом настольного типа. Коммутаторы типов КСС-14 и КСС-28 монтируются по одной и той же принципиальной схеме и отличаются друг от друга ёмкостью. Коммутатор типа КСС-14 рассчитан на 14 номеров, а коммутатор типа КСС-28 — на 28 номеров. Внешние размеры коммутаторов указаны в табл. 133.

Схема коммутатора (фиг. 137) предусматривает возможность включения усилителя для двустороннего усиления. Переключение с микротелефона на усилитель и обратно осуществляется с помощью ключа K_2. Устройства коммутатора допускают ведение переговоров с коммутатора с любым числом вызванных абонентов. Абоненты, участвующие в этом разговоре, отмечаются горением их вызывных



Фиг. 135. Принципиальная схема бленкерного коммутатора стрелочной связи

Таблица 132

Детали стрелочного коммутатора типа КСС-2

Наименование прибора и обозначение по схеме	Обмотки: марка проволоки	Обмотки: диаметр проволоки в *мм*	Обмотки: сопротивление обмотки в *ом*	Обмотки: число витков обмотки	Ёмкость в *мкф*
Линейный трансформатор *ЛТ1, ЛТ2*	ПЭ	0,20	I—14 II-38 III—14	I—600 II—1 200 III—600	—
Вызывной бленкер *ВБ1, ВБ2*	ПЭ	0,12	200	3 000	—
Индукционная катушка	ПЭЛ	0,2	I—36 II—36	I—1 100 II—1 500	—
Звонок постоянного тока	ПЭЛ	0,16	2×85	2×2 500	—
Конденсатор C_1, C_2	—	—	—	—	1±10%
» C_3	—	—	—	—	0,1±10%
» C_4	—	—	—	—	1±10%
» C_5	—	—	—	—	1±10%
Индуктор *И*	Малогабаритный, напряжение на сопротивлении 1 000 *ом* составляет 50 *в*; *Р* = 2,5 *вт*				
Телефон	ПЭ	0,1	2×55	2×850	—
Микрофон	Капсюль типа ЦБ				
Сопротивление R_2	ПШДК	0,2	200	—	—

Таблица 133

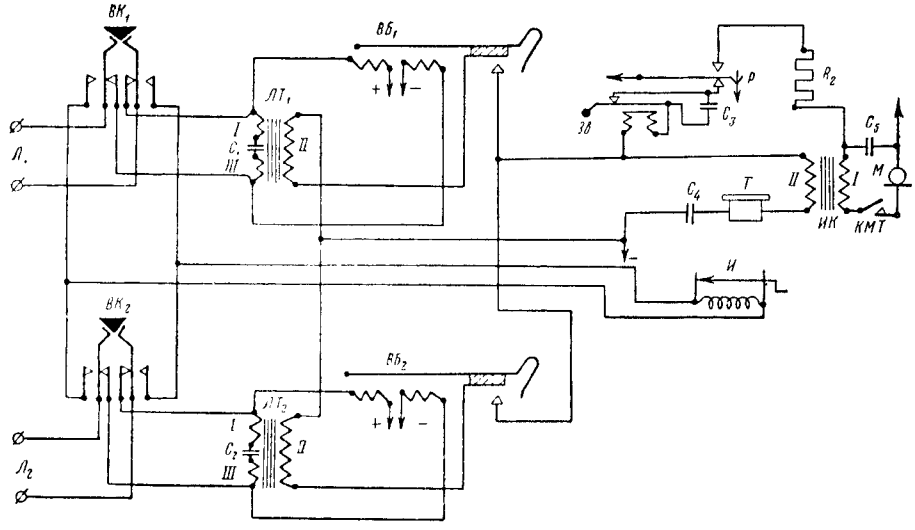
Размеры коммутаторов типов КСС-14 и КСС-28

Тип коммутатора	Высота	Ширина	Глубина
	в *мм*		
КСС-14	328	475	348
КСС-28	435	475	348

Штифты *АРГ* (автоматическая регулировка громкости) используются при совместном включении коммутатора с усилителем.

Электропитание коммутатора осуществляется от источника постоянного тока с напряжением 24±2,5 *в*.

В качестве основного источника вызывного тока может быть использована сеть переменного тока с напряжением 110—127 или 220 *в*, а также токовращатель на 24 *в*.



Фиг. 136. Принципиальная схема стрелочного коммутатора типа КСС-2

ламп *ВЛ*. Вызов абонентов с коммутатора производится нажатием соответствующих вызывных кнопок *ВК*, а присоединение гарнитуры коммутатора к разговорным шинам *ШР-1* и *ШР-2* — нажатием клапана *КМТ* микротелефонной трубки. При пользовании усилителем последнее осуществляется нажатием ножной педали (присоединяемой к штифтам *ПД*) или кнопки (подключаемой к штифту *ДВ*).

Резервным источником вызывного тока служит или малогабаритный ручной индуктор *РИ*, смонтированный в корпусе коммутатора, или токовращатель.

Переход с основного источника вызывного тока на резервный осуществляется нажатием ключа K_1.

Переключения на панели источников вызывного тока *ПВИ* при подключении к коммута-

тору тех или иных источников вызывного тока производятся в соответствии с указаниями табл. 134.

Характеристика деталей коммутатора приведена в табл. 135.

Затухание, вносимое приборами коммутатора в цепь «гарнитура коммутатора — аппарат одного включённого абонента», не превышает 0,2 *неп* при частоте 800 *гц* и 0,4 *неп* в полосе частот 300—2 400 *гц*. При подключении к указанной цепи через коммутатор девяти дополнительных аппаратов абонентов со снятыми трубками затухание, вносимое в эту цепь приборами коммутатора и параллельно подключёнными аппаратами абонентов, не превышает 2,0 *неп* при частоте 800 *гц*.

Затухание, вносимое приборами коммутатора в разговорную цепь «аппарат абонента — аппарат абонента», не превосходит 0,7 *неп* при частоте 800 *гц*.

Коммутатор рассчитан для совместной работы с обычными телефонными аппаратами системы ЦБ.

Таблица 134

Переключения на панели источников вызывного тока

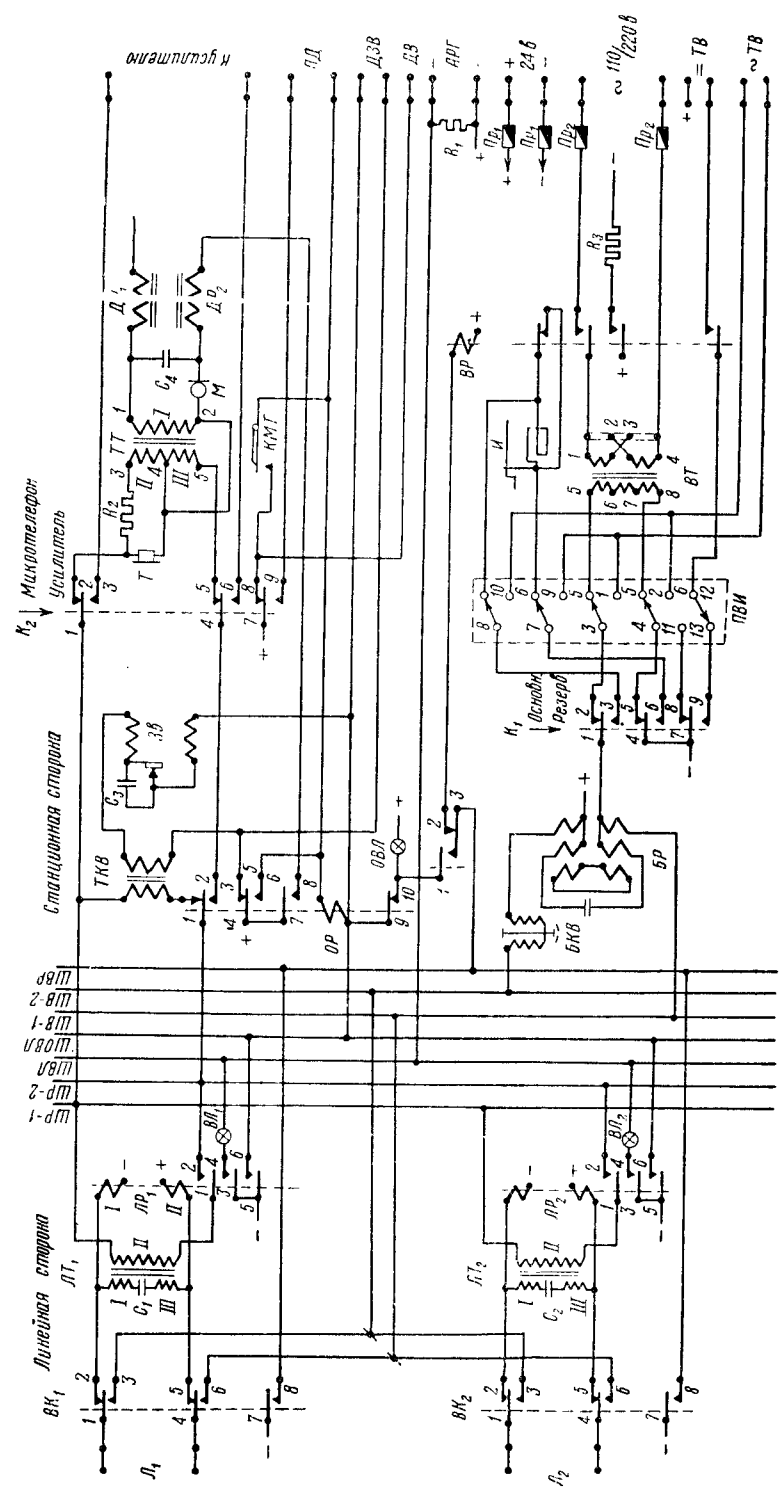
Положение ключа K_1	Источник вызывного тока	№ замкнутых между собой клемм на панели *ПВИ*
1	Сеть переменного тока . .	*1—3; 2—4*
2	Индуктор *РИ*	*7—9; 8—10*
1	Сеть переменного тока . .	*1—3; 2—4* *5—7; 6—8*
2	Токовращатель *ТВ*	*12—13*
1	Токовращатель *ТВ*	*3—5; 4—6* *7—9; 8—10*
2	Индуктор *РИ*	*11—12*

Примечание. Положения ключа K_1:
1 — основной источник вызывного тока;
2 — резервный источник вызывного тока.

Таблица 135

Технические данные о деталях коммутаторов типов КСС-14 и КСС-28

Наименование прибора и обозначение по схеме	Номер чертежа	Обмотка: обозначение	Обмотка: марка проволоки	Обмотка: диаметр проволоки в *мм*	Обмотка: число витков	Обмотка: сопротивление в *ом*	Ёмкость в *мкф*	Рабочее напряжение в *в*
Телефонный трансформатор *ТТ* . . .	644.10.02	I	ПЭ	0,2	1 000	24±1	—	—
		II		0,2	750	25±2,5	—	—
		III		0,2	750	27±2,8	—	—
Трансформатор контроля вызова *ТКВ*	644.11.30	I	ПЭ	0,2	1 500	30±2	—	—
		II		0,2	1 100	30±2	—	—
Вызывной трансформатор *ВТ*	644.10.20	I	ПШД	0,25	900	60±3	—	—
		II		0,25	900	55±2	—	—
		III		0,35	920	234	—	—
Линейный трансформатор *ЛТ*	644.10.03	I	ПЭ	0,2	600	14±1	—	—
		II		0,2	1 200	38±2	—	—
		III		0,2	600	23±1	—	—
Блокировочное реле *БР*	611.10.12	I	ПЭ	0,12	2×7 000	(450±20)×2	—	—
		II		0,06	2×7 000	(2 600±100)×2	—	—
		III		0,16	3 500	160	—	—
Отбойное реле *ОР* .	611.10.02	—	ПЭ	0,16	14 500	600±30	—	—
Вызывное реле *ВР* .	611.10.02	—	ПЭ	0,16	14 500	600±30	—	—
Линейное реле *ЛР* .	611.10.01	I	ПЭ	0,16	7 000	300±30	—	—
		II		0,16	7 000	300±30	—	—
Дроссель *Др*	644.20.37	—	ПЭ	0,12	8 000	600±20	—	—
Сопротивление R_1 .	737.93.01	—	Голая, константан	1,5	50	1	—	—
Сопротивление R_2 .	621.05.12	—	ПШДК константан	0,2	—	300±6	—	—
Сопротивление R_3 .	621.05.11	—	ПШДК константан	0,1	—	1 000±1	—	—
Эвонок постоянного тока *Зв*	616.15.32	—	ПЭ	0,12	2×50 000	(300±30)×2	—	—
Бленкер контроля вызова *БКВ* . . .	—	—	ПЭ	0,2	2×1 650	(30±3)×2	—	—
Телефон *Т*	641.90.03	—	ПЭ	0,1	2×850	(70±5)×2	—	—
Микрофон *М*	—		Капсюльный, ЦБ-5			150—250	—	—
Конденсаторы C_1 и C_2	—	—	—	—	—	—	1,0	200
Конденсатор C_3 . .	—	—	—	—	—	—	0,1	200
Конденсатор C_4 . . .	—	—	—	—	—	—	2,0	200
Конденсатор C_5 . .	—	—	—	—	—	—	6,0	200
Лампы вызывные *ВЛ* и общая вызывная *ОВЛ*	—	—	—	—	—	300	—	24
Предохранитель $ПР_1$		Трубчатый с ножевыми контактами на 5 *а*						
Предохранитель $ПР_2$		Трубчатый с ножевыми контактами на 2 *а*						



Фиг. 137. Принципиальная схема стрелочных коммутаторов типов КСС-14 и КСС-28

АППАРАТУРА ВНУТРИСТАНЦИОННОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ЗАВОДА «ТРАНССВЯЗЬ»

Для различных видов специальной внутристанционной связи (маневровой, внутридеповской и др.) в качестве оборудования распорядительных пунктов применяются стрелочные коммутаторы системы ЦБ, дополняемые усилителем с громкоговорителем, микрофоном на раздвижном бракете и ножной педалью.

В настоящее время заводом «Транссвязь» для применения на сетях внутристанционной связи изготовляются специальные комплекты приборов внутристанционной связи.

Каждый комплект этих приборов состоит из:

а) коммутатора стрелочной связи типа КСС-14 или КСС-28;

б) устройства для защиты и переключения абонентских линий ёмкостью на 20 или 40 двухпроводных линий;

в) усилителя для усиления входящих и исходящих разговорных токов с питанием от сети переменного тока;

г) электродинамического микрофона типа РДМ Тульского завода;

д) электродинамического громкоговорителя типа ГДМ-0,5 с постоянным магнитом;

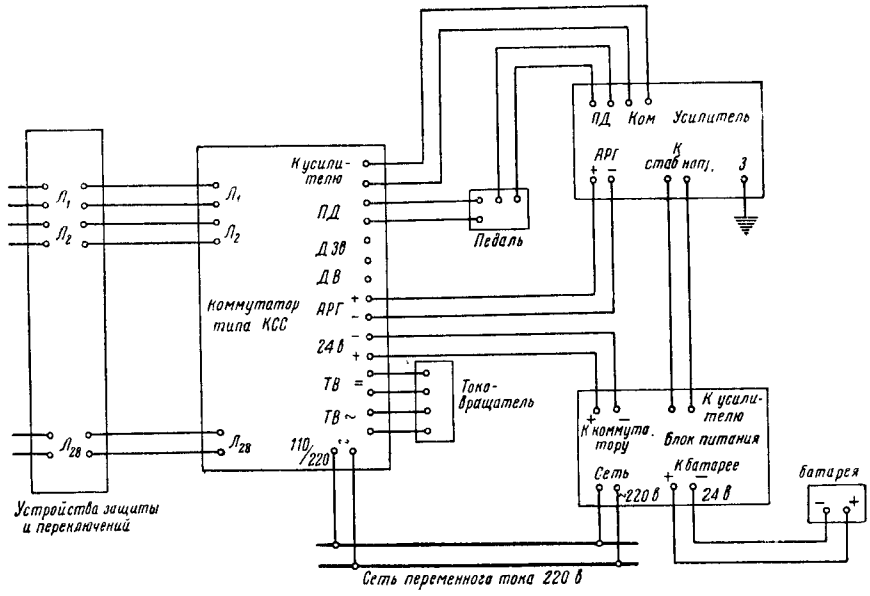
е) ножной педали и кнопки;

ж) блока питания, обеспечивающего питание коммутатора от сети переменного тока.

Перечисленные устройства обеспечивают двустороннюю связь между распорядительным пунктом и абонентскими точками с возможностью приёма речи с линии на громкоговоритель и передачи с микрофона распорядительного пункта через усилитель. Усилитель в установке применён один как для приёма, так и для передачи речи. В нормальном положении усилитель усиливает входящие разговорные токи. Изменение направления усиления усилителя осуществляется при помощи реле, управляемого ножной педалью или кнопкой.

Скелетная схема соединений приборов, входящих в комплект внутристанционной связи, применительно к коммутатору типа КСС на 28 номеров приведена на фиг. 138.

Усилительное устройство, схема которого изображена на фиг. 139, представляет собой трёхламповый усилитель с устройством для автоматической регулировки громкости. Одна усилительная лампа $Л_{п4}$ служит в качестве предварительного микрофонного усилителя; остальные две лампы $Л_{п1}$ и $Л_{п2}$ используются при передаче в качестве двух последующих ступеней исходящего усилителя, а при приёме — в качестве входящего усилителя.



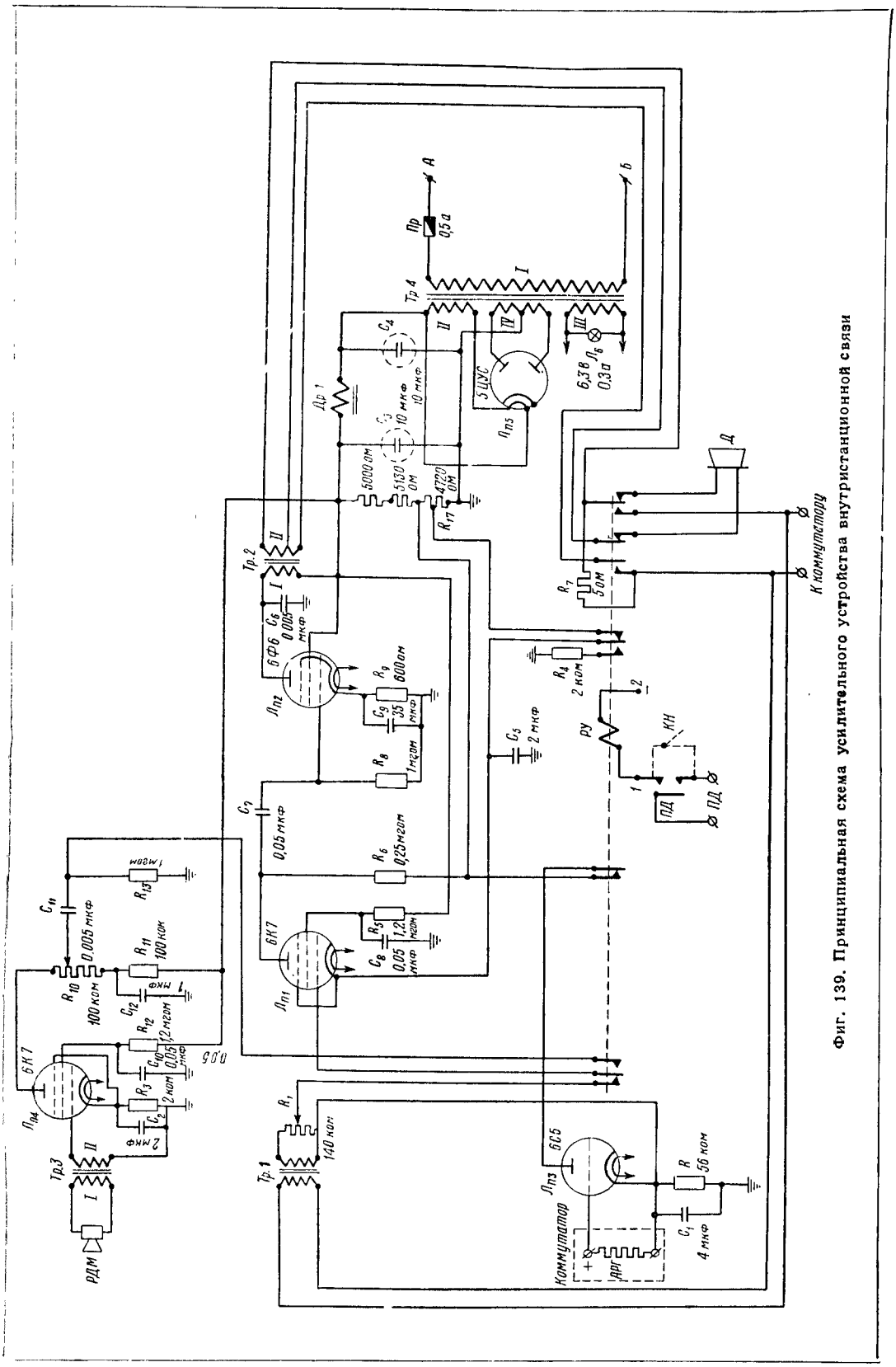
Фиг. 138. Скелетная схема распорядительной установки внутристанционной связи

Электропитание усилительного устройства предусмотрено от сети переменного тока. Цепи накала ламп питаются непосредственно от сети через понижающую обмотку силового трансформатора, а остальные цепи получают питание от кенотронного выпрямительного устройства.

Всего для усилительного устройства требуются 5 электронных ламп, из которых одна типа 6С5, две типа 6К7, одна типа 6Ф6 и одна (кенотрон) типа 5Ц4-С.

Детали усилительного устройства, включая питающую установку, вместе с микрофоном, громкоговорителем и регулятором громкости смонтированы в общем ящике. Этот ящик предназначен для установки на столе перед лицом говорящего на расстоянии 80 —100 *см* от него.

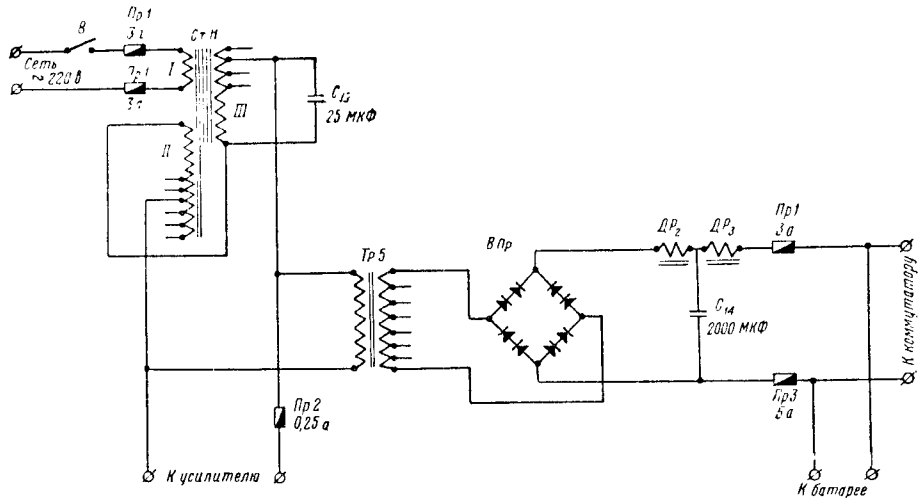
Блок питания, смонтированный по схеме фиг. 140, содержит селеновый выпрямитель, обеспечивающий питание коммутатора типа



Фиг. 139. Принципиальная схема усилительного устройства внутристанционной связи

КСС, и стабилизатор напряжения (на стороне переменного тока). Применение стабилизатора напряжения обеспечивает нормальную работу всего комплекса устройств при колебаниях напряжения в сети переменного тока от 170 до 256 *в*. Выпрямленное напряжение, доставляемое селеновым выпрямителем, при колебаниях тока нагрузки в пределах от 0,65 до 5,0 *а* изменяется в пределах от 26 до 21 *в*.

Устройство для защиты и переключения линий монтируется по схеме фиг.141 и может



Фиг. 140. Принципиальная схема блока питания внутристанционной связи

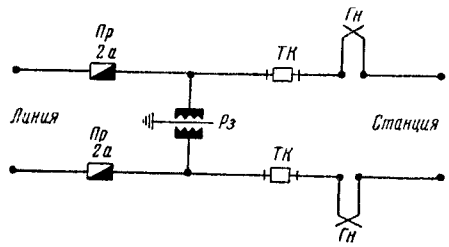
Таблица 136

Основные детали усилительного устройства (фиг.139) и блока питания (фиг. 140)

Наименование прибора и обозначение на схеме	Обмотка					Примечание
	обозначение	марка проволоки	диаметр проволоки в *мм*	число витков	сопротивление в *ом*	
Трансформатор *Тр-1* входной	*I* *II*	ПЭ	0,2 0,08	900 9 000	77 7 700	Экранирующий слой из проволоки ПЭ диаметром 0,25 *мм*
Трансформатор *Тр-2* выходной	*I* *II*	ПЭ	0,14 1,1	3 000 86	— —	С ответвлением 55 витков
Трансформатор микрофонный *Тр-3*	*I* *II*	ПЭ	0,2 0,08	900 9 000	77 7 700	Экранирующий слой из проволоки ПЭ диаметром 0,25 *мм*
Трансформатор силовой *Тр-4*	*I* *II* *III* *IV*	ПЭ	0,3 0,93 0,82 0,14	1 760 40 51 3 840	— — — —	
Трансформатор понижающий *Тр-5*	*I* *II*	ПЭ	0,56 1,25	1 100 180	— —	С ответвлением 130 витков через каждые 10 витков
Стабилизатор напряжения C_m *Н*	*I* *II* *III*	ПЭ	1,25 0,93 1,56	640 400 900	— — —	Отводы от 250 витков через каждые 30 витков С отводами от 900, 870 и 840 витков
Дроссель $Др_1$	—	ПЭ	0,2	5 300	310	$L = 20$ *гн*
Дроссели $Др_2$ и $Др_3$	—	ПЭ	1,0	390	1,5	$L = 0{,}13$ *гн*
Реле управления *РУ*	Реле типа КДР-1				280	

иметь ёмкость в 20 или 40 двухпроводных линий.

Технические данные об основных деталях усилительного устройства и блока питания приведены в табл. 136.

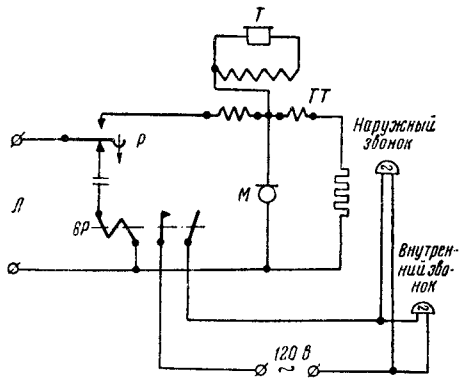


Фиг. 141. Схема устройства защиты и переключений абонентских линий

ОБОРУДОВАНИЕ АБОНЕНТСКИХ ПУНКТОВ

На постах стрелочной связи устанавливают телефонные аппараты системы ЦБ. Установка аппаратов производится так же, как и установка телефонных аппаратов у абонентов местной телефонной связи. Некоторое отличие заключается лишь в том, что при оборудовании абонентского пункта стрелочной связи устанавливается наружный звонок. В качестве наружного звонка применяют мощный звонок переменного тока, который включают или непосредственно в вызывную цепь телефонного аппарата или в осветительную сеть переменного тока при помощи реле, как это делается в телефонных аппаратах постового типа (фиг. 142).

Абонентские пункты других видов внутристанционной связи, расположенные в помещениях, оборудуют телефонными аппаратами системы ЦБ. Для наружных точек можно применять нормальные телефонные системы ЦБ, устанавливаемые в шкафиках с дверцей, запирающейся замком, или розетки, монтируемые на столбах или стенах. При этом розетки или помещают в ящичках или защищают



Фиг. 142. Схема телефонного аппарата для установки на постах

кожухами. При розетках для переговоров пользуются переносными микротелефонными трубками со штепселем на конце шнура. Для вызова при розетках устанавливают звонки переменного тока.

Телефонные аппараты, устанавливаемые в шкафиках, а также звонки и розетки защищаются разрядниками и предохранителями.

Для устройства проводки к внешним точкам могут быть использованы провода марки ПР или ВРГ.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ТЕКСТЕ И НА СХЕМАХ

БПУ — батарея прямого управления
В — верхняя пружина
ВБ — вызывная батарея
ВФ — входной фильтр
Выз Кн — вызывная кнопка
ВР — верхняя рукоятка
Г — громкоговоритель
Дем — демодулятор
ДСб — движущая собачка
ДС — дополнительное сопротивление
Др — дроссель
ЗК — звонковый контакт
ЗОД — заградитель обратного действия
ЗПД — заградитель прямого действия
Кн — кнопка
КД — кодовый диск
КК — кодовое колесо
Ккн — корректирующий контур
КП — контактная пружина
Л — линия или провод линии
ЛАЗ — линейно-аппаратный зал
ЛР — линейное реле
М — микрофон
МА — максимальный автомат
МБ — местная батарея
Мод — модулятор
МПР — реле, меняющее полюсы
МУ — микрофонный усилитель
Н — нижняя пружина
НР — нижняя рукоятка
О — ось (вращения)
ОС — оконечная станция
ОУ — оконечный усилитель
ПВУ — переговорно-вызывное устройство
ПТ — промежуточная трансляция
ПЭ — поляризованный электромагнит
Р — рычаг
РЗ — замедленное реле
РПУ — реле прямого управления
РППОУ — реле приёма прямого и обратного управления
РТСВ — реле транслирования селекторного вызова
РУТ — реле управления трансляцией
СИ — сегмент изогнутый
СП — сегмент плоский
СПр — спиральная пружина
Т — телефон
ТП — тормозная пружина

Тр — трансформатор
УР — удерживающее реле
Ус — усилитель
УТ — узловая трансляция
УУ — управляющее устройство
ЦТС — центральная телефонная станция
Ш — штифт
Эм — электромагнит
Я — якорь

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Специальные виды телефонной связи на железнодорожном транспорте были созданы в годы первых сталинских пятилеток. В разработке этих устройств принимал участие большой коллектив работников связи железнодорожного транспорта, в том числе Фомичёв В. А., Снарский А. А., Танцюра А. А., Парфёнов С. Н. и др.

В годы послевоенной сталинской пятилетки были проведены большие работы по дальнейшей модернизации и усовершенствованию оборудования специальных видов связи.

В 1947 г. МПС приняло для общесетевого внедрения новую схему четырёхпроводной связи совещаний по телефонным каналам высокой частоты, разработанную Богушем И. М., Гиждеу В. В., Пивко Г.М. и Фельдманом А. Б. Эта схема обеспечила более высокое качество связи сравнительно с прежде применявшейся схемой.

В 1948—1949 гг. коллективом инженерно-технических работников Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта и Ленинградской проектной конторы Транссигналсвязьпроект (Шуплов В. И., Волоцкой А. Н., Кривицкий К. А. и др.) по заданию Главного управления сигнализации и связи МПС была разработана новая аппаратура постанционной автоматической связи (ПАС) со взаимно-избирательным вызовом.

В 1949—1950 гг. вся аппаратура симплексной связи подверглась модернизации, в результате чего была создана серия значительно улучшенных в электрическом и конструктивном отношении усилителей (*СПД-5*, *ПТ-1*, *УТ-1*, *СТ-1*). Кроме того, была обновлена и другая аппаратура специальных видов связи. Этот комплекс работ был выполнен инженерно-техническими работниками завода «Транссвязь» (инженеры Алёхин К. А., Митрофанов И. Е. и др.).

Многих видов специальной железнодорожной телефонной связи, как связь совещаний, ДГП, линейно-путевая и пр., в других странах не имеется.

Состав и назначение специальных видов железнодорожной телефонной связи

На железнодорожном транспорте СССР применяются специальные виды телефонной связи, перечисленные в табл. 137.

Устройство цепей избирательной телефонной связи

С точки зрения передачи разговорных токов все перечисленные в табл. 137 виды связи являются связями о д н о с т о р о н н е г о действия (симплексными). Схемы применяющихся на этих связях промежуточных телефонных аппаратов, а также оконечных установок построены таким образом, что разговорные приборы передачи и приёма включаются в линию не одновременно, а п о о ч е р ё д н о. В момент передачи разговора в линию включена только передающая часть аппарата или установки (микрофон, через трансформатор или через усилитель передачи). При приёме разговора в линию включается приёмная часть (телефон или громкоговоритель, непосредственно или через усилитель приёма).

Переключение приборов приёма и передачи в процессе переговоров производится при помощи специальной кнопки или клавиши, непосредственно или через систему реле.

Усилители, устанавливаемые на цепях избирательной связи и связи совещаний как промежуточные, так и оконечные, характеризуются о д н о с т о р о н н и м действием, т. е. усиливают разговорные токи только в одном направлении передачи. Для усиления токов в обратном направлении передачи вход и выход этих усилителей переключаются при помощи системы реле.

В тех оконечных усилительных установках, которые имеют отдельные усилители для передачи и приёма, при работе релейной схемы происходит переключение линии с одного усилителя на другой.

Управление работой реле осуществляется посредством передаваемого по линии постоянного тока, называемого т о к о м п р я м о г о у п р а в л е н и я (прямое управление).

Перебой говорящего, т. е. переключение всех усилителей цепи в нормальное (исходное) положение, осуществляется передачей по линии постоянного тока, называемого током о б р а т н о г о у п р а в л е н и я (обратное управление) при одновременной передаче по линии тока прямого управления.

С точки зрения системы посылки вызова все перечисленные в табл. 137 виды связи, за исключением связи совещаний, являются избирательными связями, характеризующимися тем, что вызов посылаемый одной из нескольких, параллельно включённых в одну общую цепь станций, или группе их, получается только на этой или на этих станциях и не получается ни на одной из остальных.

В настоящее время на железнодорожном транспорте СССР в основном применяется система одностороннего избирательного вызова, при которой избирательный вызов может быть послан только со стороны р а с п о р я д и т е л ь н о й станции. Вызов со стороны линейного (промежуточного) пункта осуществляется: в цепях диспетчерской связи — голосом (произнесением слова: «Диспетчер!»), а в цепях постанционной (неавтоматической) и линейно-путевой связи — нажатием кнопки, в результате чего в линию включается источник постоянного тока, приводящий в действие вызывное реле в установке распорядительной станции.

В новой аппаратуре постанционной телефонной связи (ПАС), предназначающейся для совместной работы с автоматическими телефонными станциями шаговой системы, применена система двустороннего избирательного вызова.

Таблица 137

Специальные виды железнодорожной телефонной связи

Наименование	Назначение	Типы цепей, применяемых для организации связи	Примечания
Поездная диспетчерская телефонная связь	Для сношений поездного диспетчера со станциями, входящими в его участок	Воздушная стальная цепь с проводами диаметром 5 *мм*	
Диспетчерская телефонная связь энергоснабжения	Для сношений энергодиспетчера с тяговыми подстанциями и постами контактной сети	То же	Применяется на электрифицированных участках железных дорог. По своему устройству и применяемому оборудованию не отличается от поездной диспетчерской связи
Постанционная телефонная связь	Для переговоров работников промежуточных станций участка железной дороги между собой по служебным вопросам	Воздушная стальная цепь с проводами диаметром 4 *мм*	Применяется для замены цепи поездной диспетчерской связи при повреждениях последней
Линейно-путевая телефонная связь	Для переговоров работников службы пути по вопросам содержания в исправности пути и сооружений	То же	В последние годы устраивается так же, как постанционная телефонная связь
Дорожная диспетчерская телефонная связь (связь ДГП)	Для оперативного руководства работой дороги	Воздушная стальная цепь с проводами диаметром 5 *мм*; канал тональной частоты на цветных цепях	Находится в распоряжении дежурного диспетчера распорядительного отдела службы движения (ДГП)
Дорожная связь совещаний	Для проведения совещаний руководящих работников управления дороги с работниками отделений, дистанций, станций и других железнодорожных организаций	То же, а также каналы высокочастотного телефонирования	Иногда совмещается с сетью дорожной диспетчерской связи
Магистральная связь совещаний	Для проведения совещаний руководящих работников Министерства путей сообщения с работниками железных дорог и управлений дорог	Каналы высокочастотного телефонирования, а также каналы тональной частоты на цветных цепях	

Примечание. На железнодорожных кабельных магистралях для связей, осуществляемых токами тональной частоты, используются пары с жилами диаметром 1,2—1,4 *мм* и со средней степенью повышения индуктивности кабеля (система 140/83—1,7). Дальность телефонной передачи при этом получается такого же порядка, как и по воздушным стальным цепям.

Для цепей линейно-путевой связи до 1939 г. выпускалась аппаратура со взаимно-избирательным вызовом, при котором каждый из промежуточных пунктов мог вызывать любой другой пункт непосредственно, без участия и контроля телефонистки или оператора распорядительной станции. Такие установки ещё работают на некоторых дорогах, но в силу ряда присущих им схемных и технико-эксплоатационных недостатков производство их было прекращено, а имеющаяся на сети аппаратура постепенно заменяется аппаратурой постанционной связи.

На цепях связи совещаний вызов в обоих направлениях передачи осуществляется голосом.

Оборудование симплексных цепей избирательной телефонной связи состоит из оконечных установок, называемых распорядительными станциями, из оборудования промежуточных пунктов и из трансляций, состоящих, в основном, из симплексных усилителей и устройств для транслирования избирательного вызова и токов управления.

Распорядительные станции устанавливают в пунктах, где располагается командный пункт связи (управление дороги—для связи ДГП, отделение—для поездной диспетчерской и постанционной связи и т. п.).

Оборудование промежуточных пунктов, устанавливаемое в помещениях дежурных по станции и других работников железных дорог, включается параллельно в провода цепи избирательной связи.

Распорядительная станция и промежуточные аппараты, включённые в общую цепь и используемые на данном участке железной дороги для организации поездной диспетчерской связи, диспетчерской связи энергоснабжения, постанционной или линейно-путевой связи, образуют в совокупности круг соответствующей связи, например, круг поездной диспетчерской связи.

Симплексные трансляции включаются в качестве промежуточных трансляций в стальные воздушные цепи поездной диспетчерской связи и связи ДГП через расстояния 80—100 *км*. В цепях поездной диспетчерской связи промежуточные трансляции применяются при наличии обходных участков, что может иметь место при большой длине участка железной дороги, подчинённого данному отделению. Соединительные трансляции применяются только на цепях поездной диспетчерской связи; они устанавливаются в пунктах деления кругов поездной диспетчерской связи и включаются в цепи только на время переговоров между диспетчерами смежных кругов.

На цепях поездной диспетчерской связи все усилители своими выходами нормально направлены к диспетчеру. Диспетчер при ответе посылает в линию ток прямого управления и, таким образом, переключает направление усиления усилителей на обратное. Перебой диспетчера работниками линии не допускается.

На цепях связи совещаний нормальным положением усилителей является положение, соответствующее усилению в направлении от командиого пункта. При ответе в линию посылается ток прямого управления, который через систему реле переключает направление усиления усилителей на обратное. Командной станции на этих связях предоставляется право перебоя говорящего с линии; для этого командная станция посылает ток обратного управления, в результате чего восстанавливается исходное направление усиления усилителей.

Соответственно сказанному, направление передачи от командного пункта называется распорядительным направлением, а встречное направление передачи — исполнительным направлением.

Избирательный вызов[1]

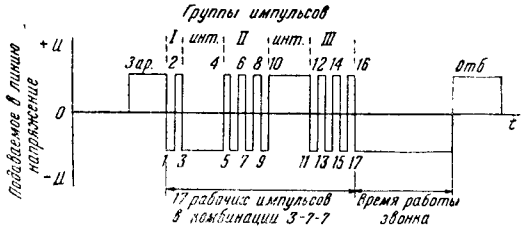
Посылка избирательного вызова осуществляется путём передачи с распорядительной станции в линию серии из семнадцати чередующихся по направлению импульсов постоянного тока. Импульсы посылаются тремя группами с интервалами между ними, во время которых изменения направления посылаемого в линию тока не происходит. Между передатчиком импульсов и линией включается фильтр нижних частот, благодаря чему импульсы тока в линии становятся близкими по форме синусоидальному току с частотой около 3,5 *гц*.

При трансформаторном вызове вызывные импульсы постоянного тока передаются в линию через специальный вызывной трансформатор.

На промежуточных пунктах цепи избирательной связи импульсы вызывного тока приимаются особым электромагнитным прибором — селектором, который в рабочем положении замыкает местную цепь установленного в промежуточном пункте звонка.

Избирательиость вызова достигается тем, что селекторам различных пунктов, включённым в одну общую цепь, присваиваются разные комбинации настройки, отличающиеся друг от друга по количеству импульсов в отдельных группах (*3—7—7, 5—3—9, 11—4—2* и т. п.). Таких индивидуальных комбинаций настройки при трёхгрупповом распределении импульсов может быть 78.

Кроме указанных 17 импульсов, называемых рабочими, в линию при каждом вызове посылаются ещё два вспомогательных импульса: зарядный — перед посылкой первой группы рабочих импульсов и отбойный — примерно через три секунды после посылки последней группы рабочих импульсов. В связи с посылкой в линию одиночных вспомогательных импульсов цифра *1* в комбинациях настройки не применяется. График, иллюстрирующий построение кодовой комбинации, приведён на фиг. 143.



Фиг. 143. Графическое изображение избирательного кода

Кроме посылки индивидуального вызова, применяют посылку группового вызова, при котором одновременно вызывается группа из нескольких станций, и циркулярного вызова, при котором одновременно вызываются все станции участка.

Для группового вызова нескольких станций их индивидуальные комбинации настройки выбирают так, чтобы суммарное количество импульсов в двух первых или в двух последних цифрах кода у всех станций данной группы было бы одинаковым, например *4—6—7, 4—5—8, 4—4—9* и т. д. Для группового вызова этих станций посылают две группы импульсов тока; в данном примере *4—13—0*.

Циркулярный вызов осуществляется путём посылки всех 17 импульсов тока одной группой.

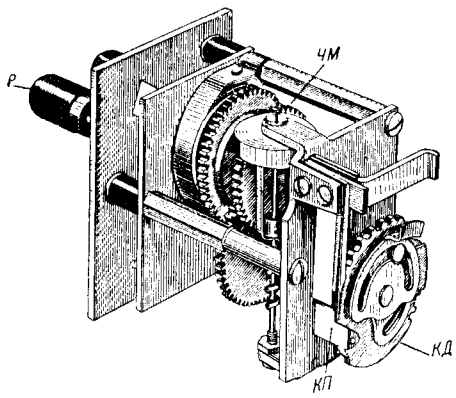
Для некоторых специальных целей, как например, для управления соединительными диспетчерскими трансляциями, применяется вызов из 19, 21 и 23 импульсов.

Источником вызывиого тока служит установленная на распорядительной стаиции вызывная аккумуляторная батарея или другой источиик постояиного тока надлежащего напряжения. При гальванической связи батареи с линией вызывная батарея должна быть отдельной для каждой цепи избирательной связи, если эти цепи используются для наложеиия телеграфной работы. При трансформаторном вызове вызывная батарея может быть одна, общая для любого количества цепей, причём оиа же может быть использована и для питания других нагрузок в даином узле связи.

Передатчиком вызывных импульсов тока служит вызывной ключ, управляющий системой реле, включающих в линию

[1] Содержание этого раздела на аппаратуру ПАС не распространяется.

вызывную батарею и изменяющих направление посылаемого в линию тока в соответствии с передаваемой комбинацией импульсов.



Фиг. 144. Индивидуальный вызывной ключ

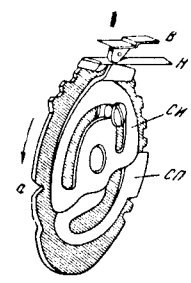
Индивидуальный вызывной ключ состоит из часового механизма *ЧМ* (фиг. 144) с центробежным фрикционным регулятором скорости вращения, рукоятки *Р* для завода часового механизма, кодового диска *КД* и контактных пружин *КП*.

Часовой механизм заводят поворотом рукоятки на 90° по часовой стрелке (кодовый диск при этом не вращается). Вращение кодового диска, приводимого в движение часовым механизмом, начинается по отпускании рукоятки. После того как кодовый диск сделает один полный оборот, движение прекращается.

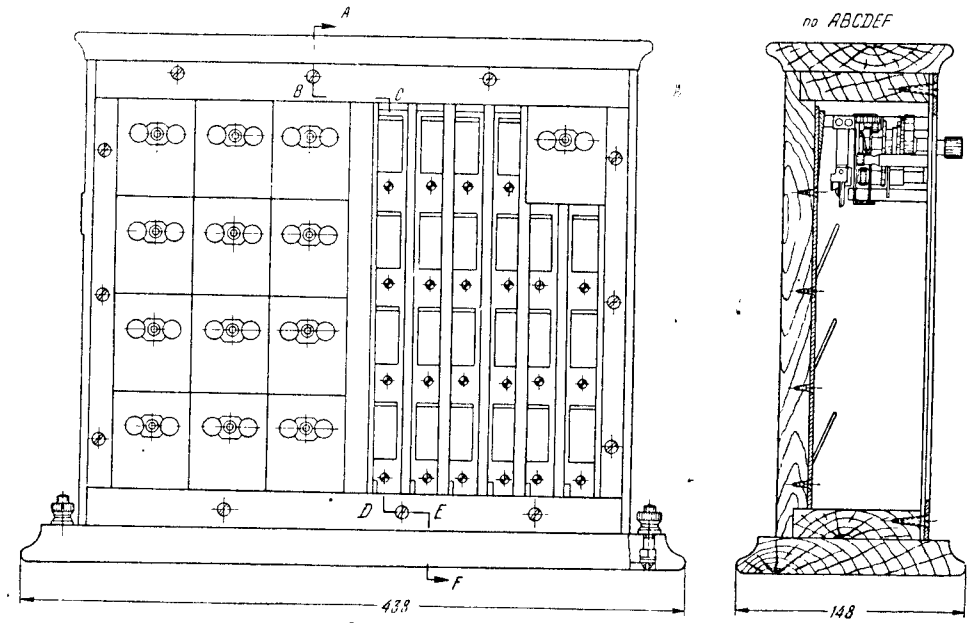
Кодовый диск (фиг. 145) имеет 14 зубцов и углубление *а*, в котором в спокойном положении ключа находится, не касаясь диска, отогнутый конец нижней контактной пружины *Н*. После начала вращения кодового диска пружина *Н* выходит из углубления *а* и начинает скользить по окружности диска, входя в электрический контакт с корпусом вызывного ключа. При дальнейшем движении зубцы кодового диска поднимают и опускают пружину *Н*, которая, не теряя контакта с диском, периодически соединяется с верхней контактной пружиной *В*. Пройдя выемку за 14-м зубцом, пружина *Н*, находясь в контакте с пружиной *В*, скользит по поверхности *в*, опускается с выступа *г* (в этот момент соединение её с пружиной *В* нарушается) и через некоторое время приходит в исходное положение, опускаясь в углубление *а*; в этот момент движение диска прекращается. Один полный оборот кодового диска совершается в течение 7—8 секунд.



Фиг. 145. Кодовый диск индивидуального вызывного ключа



Фиг. 146. Расположение сегментов на кодовом диске

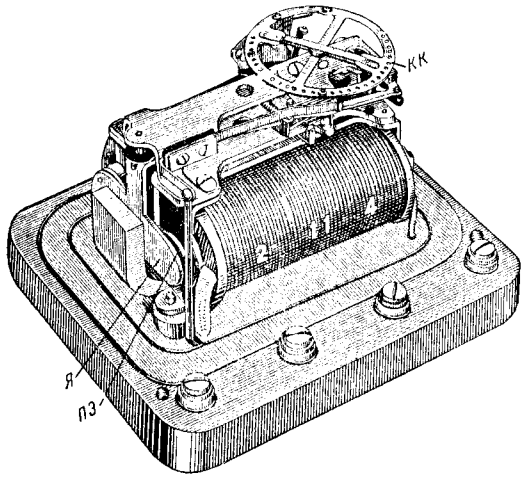


Фиг. 147. Ключевой шкаф

Для получения различных комбинаций настройки применяют плоские *СП* (фиг. 146) и изогнутые *СИ* сегменты, которые располагаются против части зубцов и закрепляются на кодовом диске при помощи винта. Плоский сегмент не даёт возможности пружине *Н* опускаться в выемки между закрываемыми им зубцами; изог-

нутый сегмент отводит вверх пружину *В*, не давая ей войти в соприкосновение с пружиной *Н* при подъёме последней на верхние грани зубцов. Положение сегмента на кодовом диске определяет положение интервала в комбинации кода.

Индивидуальные вызывные ключи устанавливают в ключевых шкафах. Стандартный ключевой шкаф (фиг. 147) рассчитан на размещение в нём 24 вызывных ключей в четыре ряда по шесть ключей в каждом.

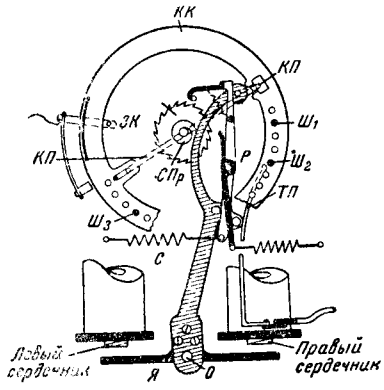


Фиг. 148. Селектор

Селектор (фиг. 148) состоит, в основном, из двухкатушечного поляризованного электромагнита *ПЭ* с якорем *Я*, передаточного механизма и кодового колеса *КК*.

При этом посредством передаточного механизма кодовое колесо против часовой стрелки каждый раз на один шаг (фиг. 149).

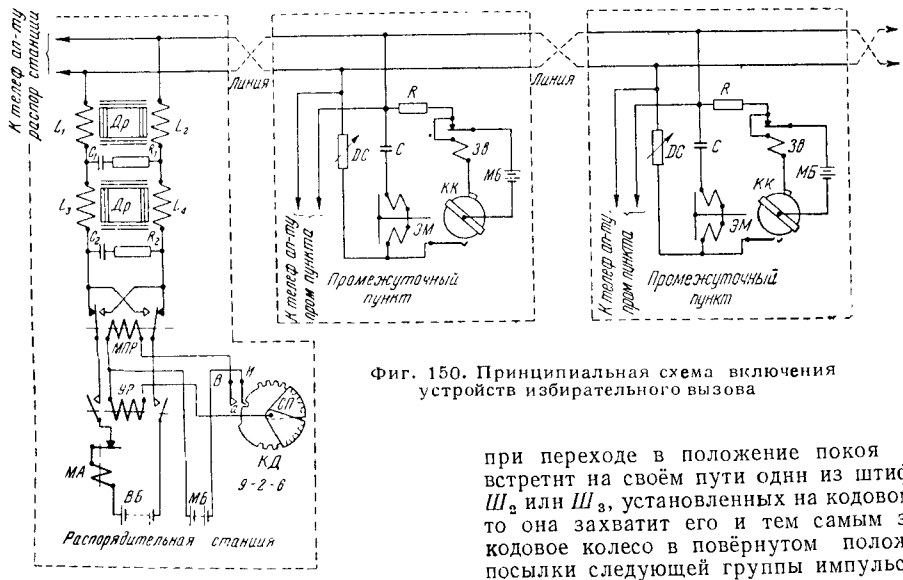
При прекращении прохождения тока через обмотки электромагнита якорь его под действием пружины *С* возвращается в среднее



Фиг. 149. Передаточный механизм селектора

положение. На кодовом колесе *КК* укреплена контактная пружина *КП* и имеется 31 отверстие, в три из которых устанавливаются кодовые штифты $Ш_1$, $Ш_2$ и $Ш_3$. Штифт $Ш_3$, за исключением особых случаев, всегда устанавливается в 17-м отверстии; положение штифтов $Ш_1$ и $Ш_2$ зависит от комбинации настройки селектора.

Передаточный механизм снабжён тормозной пружиной *ТП*, конец которой при помощи рычага *Р* при каждом колебании якоря отводится вправо. Если тормозная пружина



Фиг. 150. Принципиальная схема включения устройств избирательного вызова

При прохождении по обмоткам селектора импульсов тока переменного направления якорь его попеременно притягивается то к одному, то к другому сердечнику, передвигая

при переходе в положение покоя (налево) встретит на своём пути один из штифтов $Ш_1$, $Ш_2$ или $Ш_3$, установленных на кодовом колесе, то она захватит его и тем самым задержит кодовое колесо в повёрнутом положении до посылки следующей группы импульсов тока; если же штифта не будет, то кодовое колесо вернётся в исходное положение.

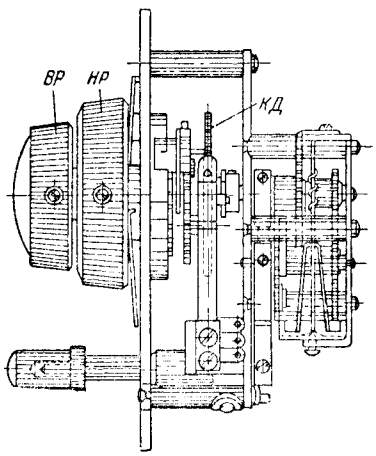
При достижении кодовым колесом 17-го положения контактная пружина соединяется с звонковым контактом *ЗК*. Замыкание этого

контакта продолжается около 3 секунд. После этого в обмотку селектора поступает отбойный импульс тока. Под воздействием этого импульса кодовое колесо делает ещё один шаг и затем под действием спиральной пружины *СПр* возвращается в исходное положение.

Электрические данные селектора: сопротивление обмоток постоянному току 10 000 × × 2 *ом*; число витков 55 000 × 2; индуктивность 1 000 *гн*. Селектор должен устойчиво работать при переменном напряжении на его зажимах, равном 60 *в* с частотой 3,5 *гц*. Модуль полного сопротивления обмотки селектора при этих условиях составляет около 30 000 *ом*.

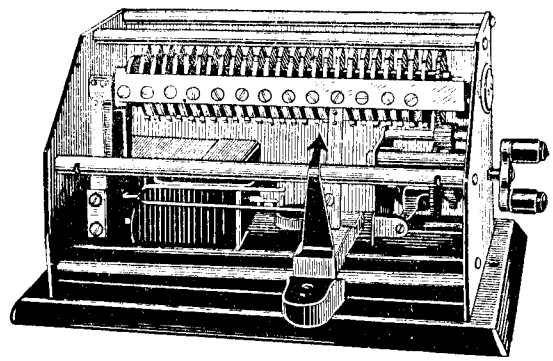
Принципиальная схема включения устройств избирательного вызова показана на фиг. 150

Для посылки вызова поворачивают рукоятку вызывного ключа на 90° и отпускают её. Заведённый поворотом ключа часовой механизм приходит в движение и начинает вращать кодовый диск *КД*. Выйдя из углубления *а* и коснувшись кодового диска, контактная пружина *Н* замыкает цепь удерживающего реле *УР*, которое срабатывает и подключает к линии через фильтр вызывную батарею *ВБ*. При этом в линию будет послан первый (зарядный) импульс тока, который замкнётся через цепи селекторов и зарядит конденсаторы *С* до напряжения, приблизительно равного напряжению батареи *ВБ*. В результате прохождения по обмоткам селекторов зарядного тока якоря всех селекторов притянутся к одному из сердечников своих электромагнитов, однако, затем по окончании заряда конденсатора снова вернутся в среднее положение. При дальнейшем движении кодового диска



ключа в линию посредством реле, меняющего полюсы (реле *МПР*), будет послана определённая комбинация импульсов тока, под действием которых кодовые колёса селекторов, имеющих данную настройку, достигнут звонкового положения и на вызываемом промежуточном пункте (или пунктах) зазвонит звонок. При работе звонка в линию через сопротивление *R* посылается ток контроля, который воспринимается в телефоне или громкоговорителе лица, посылающего вызов, и служит для него сигналом контроля получения вызова. Сопротивление *ДС* является дополнительным сопротивлением, служащим для уравнивания величин тока в обмотках всех селекторов, включённых в данную цепь.

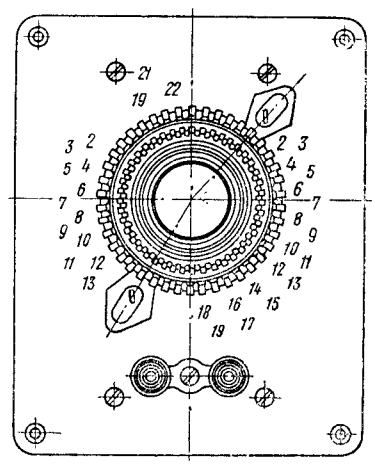
Электрические данные основных приборов схемы посылки избирательного вызова. Удерживающее, или линейное, реле *УР*: сопротивление 130 *ом*; число витков 5 800; проволока ПЭ диаметром 0,20 *мм*, рабочий ток 75 *ма*.



Фиг. 151. Универсальный вызывной ключ (изделие *22*), вид при снятом кожухе

Реле, меняющее полюсы (*МПР*): сопротивление обмоток 12,5 × 2 *ом*; число витков 1 900 × 2; проволока ПЭ диаметром 0,40 *мм*; рабочий ток 400 *ма*.

Дроссель фильтра: сопротивление обмоток 11 × 2 *ом*; число витков 600 × 2; проволока ПБД диаметром 0,5 *мм*; индуктивность 12,5 *гн*.

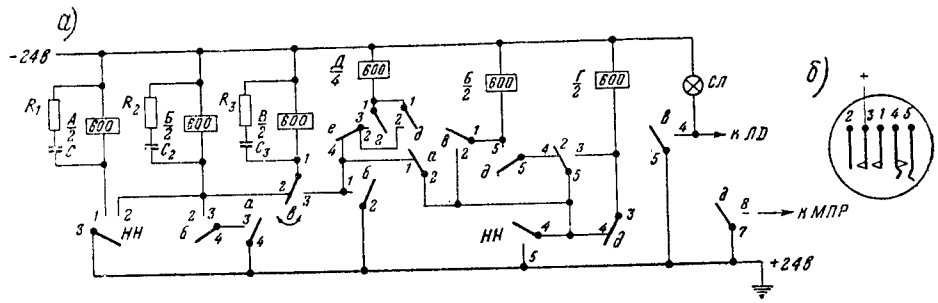


Фиг. 152. Универсальный вызывной ключ типа КСУ

Универсальный вызывной ключ (изделие *22* завода «Транссвязь»), показанный на фиг. 151, применяется на междугородных коммутаторах для посылки вызова по заведённым на коммутатор цепям постанционной и линейно-путевой связи. Основными частями этого ключа являются часовой механизм, такой же как у индивидуального ключа, и 25 выштампованных на определённые комбинации настройки кодовых дисков, насаженных на общую ось. Параллельно оси (по на-

правляющим) ходит каретка с контактными пружинами и указателем их положения на расположенной снаружи ключа шкале, на которой нанесены цифры, соответствующие различным кодовым комбинациям. Этот ключ даёт возможность послать 20 различных индивидуальных вызовов, циркулярный вызов, два групповых и два специальных вызова. Габариты ключа 152 × 335 × 116 *мм*. Как и к ключевому шкафику, к ключу *22* подводятся три провода (*В*, *Н*, *К*).

Универсальный вызывной ключ типа КСУ (ключ селекторный, универсальный, фиг. 152) применяется в переносной аппаратуре распорядительных станций поездной диспетчерской связи, а также на стойках оконечных и промежуточных усилителей (трансляций) избирательной связи. Используется электромехаником при необходимости посылки вызова непосредственно со стойки усилителей. Ключ *КСУ* состоит из часового механизма и двух



Фиг. 153. Схема дискового вызывного ключа системы Минченко

рукояток—верхней *ВР* и нижней *НР*, служащих для настройки ключа. На передней стенке каркаса ключа нанесены цифры кода. Настройка ключа производится установкой указателей рукояток *НР* и *ВР* против первой (*НР*) и последней (*ВР*) цифр кодовой комбинации. Средняя цифра кодовой комбинации устанавливается автоматически. После набора комбинации ключ заводится и отпускается аналогично тому, как это происходит в индивидуальном ключе.

Дисковый вызывной ключ системы Минченко. Набор кодовой комбинации в ключе системы Минченко осуществляется обычным номеронабирателем, подобно тому как набирают номер на номеронабирателе телефонного аппарата АТС.

Дисковый ключ применяется на междугородных коммутаторах для посылки вызова по цепям постанционной и линейно-путевой связи и допускает возможность посылки как индивидуальных, так и групповых вызовов, а также циркулярного вызова.

Продолжительность работы звонка на вызываемом промежуточном пункте может быть произвольно увеличена. Для этого достаточно сразу же по окончании набора основной комбинации цифр произвести дополнительный набор цифры «1» или любой другой и не отпускать вращающуюся систему диска.

Схема дискового ключа обеспечивает возвращение кодовых колёс селекторов в исходное положение, если почему-либо был произведён набор только одного или двух знаков. Эта операция происходит автоматически и исключает возможность посылки неправильного вызова при последующем наборе другой кодовой комбинации.

Кроме номеронабирателя, в схему ключа (фиг. 153) входят: шесть телефонных реле, три электролитических конденсатора на напряжение 40 *в*, три сопротивления по 500 *ом* и сигнальная лампа.

При наборе первого знака (предположим «5»), как только вращающаяся часть диска будет выведена на исходное положение, контакты номеронабирателя *1—2—3* замкнутся между собой, в результате чего срабатывают реле *А*, *Б* и *В*. Вслед за реле *В* срабатывает линейное реле распорядительной станции постанционной связи, и в линию подаётся первый зарядный импульс.

В процессе возвращения диска в исходное положение импульсный контакт номеронабирателя (*нн 4—5*) соответственно набранной цифре «5» пять раз замкнётся и разомкнётся. Этот контакт через систему промежуточных реле управляет работой реле *МПР*.

Для питания устройств ключа требуется источник постоянного тока напряжением 24 *в*.

ПОЕЗДНАЯ ДИСПЕТЧЕРСКАЯ СВЯЗЬ

В цепь поездной диспетчерской связи включают телефонные аппараты, устанавливаемые у дежурных по раздельным пунктам, у дежурных по депо, на тяговых подстанциях и у энергодиспетчеров на электрифицированных участках железных дорог и в отделениях паровозного хозяйства. Кроме того, аппараты могут устанавливаться у нарядчиков кондукторских бригад. Никаких других аппаратов включать в цепь поездной диспетчерской связи не разрешается. Общее количество включаемых в цепь поездной диспетчерской связи аппаратов в среднем равно 12—15, но иногда доходит до 20 и более.

Границы цепи (круга) поездной диспетчерской связи, как правило, совпадают с границами соответствующего тягового плеча.

В качестве распорядительных станций поездной диспетчерской связи на сети железных дорог в настоящее время применяются главным образом следующие:

а) оконечные усилители связи совещаний (изделия *90*, *90м* и *90т* завода «Транссвязь»— см. стр 700);

б) распорядительные станции типа СПД-2 (стойка поездного диспетчера) завода «Транссвязь».

С 1949 г. в качестве типовой аппаратуры для распорядительных станций поездной диспетчерской связи применяют стойку типа *СПД-5*.

При небольших расстояниях от кабинета диспетчера до линейно-аппаратного зала (меньше 400 *м*) аппаратуру распорядительных станций устанавливают в последнем. При больших расстояниях аппаратуру устанавливают в здании отделения или же принимают специальные меры к защите микрофонных цепей от мешающих влияний (вынос к диспетчеру каскада предварительного усиления, прокладка микрофонных цепей отдельным кабелем и др.).

В качестве промежуточных диспетчерских трансляций применяются главным образом трансляции 83/87 завода Транссвязь. Иногда для этой же цели применяются промежуточные трансляции связи совещаний (83/84 завода Транссвязь). В 1950 г. на базе стойки *СПД-5* была разработана новая по конструкции и схеме промежуточная диспетчерская трансляция типа ПТ-1.

В качестве соединительных диспетчерских трансляций используется в основном изделие 89 завода Транссвязь. С 1951 г. заводом Транссвязь вместо изделия 89 выпускается трансляция типа СТ-1.

Количество различных конструкций и схем аппаратуры промежуточных пунктов довольно значительно, что объясняется наличием в эксплоатации аппаратов старых выпусков (завода им. Кулакова, завода Транссвязь и др.).

Распорядительные станции поездной диспетчерской связи

Распорядительная станция поездной диспетчерской связи типа СПД-2. В комплект, помимо стойки, входят ключевой шкафик, электромагнитный громкоговоритель, головной телефон, рефлекторный микрофон и педаль. На стойке смонтированы панели: вводная, измерительная, релейно-контрольная, панель усилителя, панель фильтров питания, панель селекторного вызова.

Усилитель двухкаскадный, рассчитанный для работы на лампах типа УБ-132, с автоматической подачей смещения на сетки ламп. Регулятор усиления имеет 10 ступеней по 0,2 - 0,05 *неп* каждая. Усиление усилителя при десятом положении регулятора усиления должно соответствовать данным табл. 138 с допустимыми отклонениями от них в пределах до ± 0,3 *неп*.

Таблица 138

Усиление усилителя распорядительной станции типа СПД-2

Частота в *гц*	30	800	1 400	2 400
Усиление в *неп*	5,0	5,65	6,2	6,8

Модуль входного сопротивления стойки при включённом в линию входе усилителя, в диапазоне от 300 до 2 400 *гц* составляет около 7 000 *ом*.

Питание анодных цепей производится от анодной батареи с напряжением 160 *в*. Для питания цепей реле, накала и микрофона необходима местная батарея с напряжением 12 *в*. Питание вызывных цепей и цепей управления усилителями осуществляется от отдельных батарей, напряжение которых определяется расчётом.

Габариты стойки даны в табл. 139.

Таблица 139

Габариты и вес аппаратуры избирательной связи завода Транссвязь

Наименование аппаратуры	Размеры одной стойки в *мм*			Вес одной стойки в *кг*
	высота	ширина	глубина	
Стойка оконечных усилителей (изделие *90 м*)	2 500	512	350	200
Распорядительная станция поездной диспетчерской связи типа СПД-2	1 500	512	350	—
То же, типа СПД-5	2 500	522	305	180
Промежуточная трансляция поездной диспетчерской связи (изделие *83/87*—2 стойки)	2 000	512	350	150
То же типа ПТ-1	2 500	512	306	135
Соединительная трансляция поездной диспетчерской связи (изделие *89*)	2 000	512	350	150
То же типа СТ-1	2 500	522	306	—
Промежуточная трансляция дорожной диспетчерской связи для стальных цепей (изделие *83/81*- 2 стойки)	2 000	512	350	150
То же для цветных цепей (изделие *81/84* -2 стойки)	2 000	512	350	150
Узловая трансляция на 4 направления (изделие *85/86*--2 стойки)	2 500	512	350	200
То же (изделие *98/99*--2 стойки)	2 500	512	350	200
То же на 8 направлений (изделие *99/208/209*—3 стойки)	2 500	512	350	200
Узловая трансляция типа УТ-1	2 500	522	306	—
Распорядительная станция постанционной и линейно-путевой связи (изделие *41*)	1 855	512	350	100
То же, изделие *345*	1 855	512	350	100
То же, типа СПС-2	1 800	512	350	100

Распорядительная станция поездной диспетчерской связи типа СПД-5 может быть использована как для поездной диспетчерской связи, так и для дорожной диспетчерской связи и связи совещаний (вместо изделия *90*).

На стойке *СПД-5* смонтированы приборы, необходимые для оборудования двух оконечных, работающих независимо друг от друга, распорядительных станций поездной диспетчерской связи. Примерная скелетная схема использования *СПД-5* показана на фиг. 154.

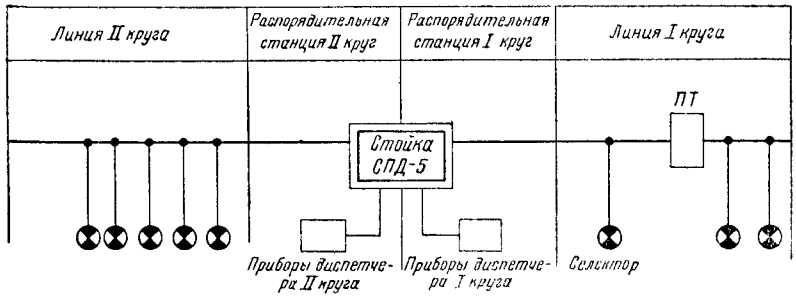
На *СПД-5* расположены: два симплексных телефонных усилителя, по одному для каждой из двух цепей поездной диспетчерской связи, которые могут быть поданы на *СПД-5*; два комплекта устройств для посылки в линию избирательного вызова; два комплекта реле для управления усилителями; два комплекта приборов для питания стойки от сети переменного тока напряжением 220 *в* и от резервных батарей; один комплект контрольных и переговорно-вызывных приборов,

посредством которых электромеханик может со стойки контролировать прохождение разговора в обеих цепях, вести разговор и посылать вызов по обеим цепям, а также измерять токи и напряжения в отдельных цепях стойки.

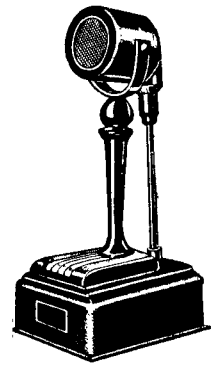
В состав оборудования распорядительной станции поездной диспетчерской связи входят: стойка *СПД-5*; два микрофонных усилителя типа МУ-1 с электродинамическими микрофонами типа РДМ (фиг. 155); два электродинамических громкоговорителя типа ГДМ-0,5; два ключевых шкафика на 24 индивидуальных ключа каждый; два резервных микротелефонных устройства диспетчера; две педали.

Все реле, кроме *МПР* и *РППОУ*, применены типа КДР. Цепи звуковой частоты экранированы. Использование *СПД-5* возможно как по распорядительной, так и по исполнительной схеме; изменение схемы достигается путём несложных переключений.

специальный каскад на лампе 6Р17Б (с переменной крутизной), служащий для автоматической регулировки чувствительности (*АРЧ*) усилителя. Благодаря наличию *АРЧ* диспетчер слышит передачу речи со всех станций своего участка с одинаковой громкостью.



Фиг. 154. Примерная скелетная схема использования *СПД-5*

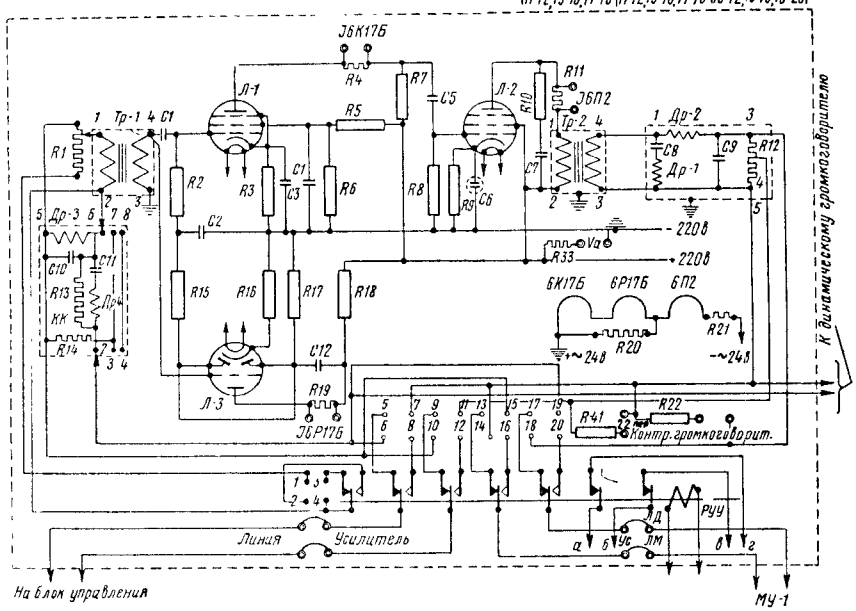


Фиг. 155. Микрофонный усилитель типа МУ-1

Подача постоянного напряжения смещения на лампу 6К17Б, пропорционального уровню приходящего сигнала и необходимого для осуществления регулирования чувствительности, производится при помощи лампы 6Р17Б. Триодная часть этой лампы работает как усилитель напряжения звуковой

Таблица переключений

Диспетчерская связь	Связь ДГП и связь совещаний	
	Посылка прям. управл. и прием обрат. управл.	Прием прямого управл. и посылка обрат. управл.
1-3, 5-6, 7-8, 9-10	1-3, 5-6, 7-8, 9-10	1-2, 5-7, 6-8, 9-11
11-12, 15-16, 17-18	11-12, 15-16, 17-18	10-12, 13-15, 18-20



Фиг. 156. Схема усилителя *СПД-5*

Усилитель СПД-5, схема которого приведена на фиг. 156, является общим как для приёма, так и для передачи разговора. Двухкаскадный усилитель разговорных токов собран на лампах 6К17Б и 6П2. Кроме того, имеется частоты, которое подаётся на сетку лампы со вторичной обмотки входного трансформатора. Усиленное напряжение звуковой частоты, возникающее на анодной нагрузке лампы (*R18*), детектируется диодной частью, в результате

чего на сопротивлении *R17* возникает выпрямленное напряжение, пропорциональное уровню приходящего сигнала. Это напряжение через фильтр *R15—C2* подаётся на управляющую сетку лампы 6К17Б (лампа Л-1).

Потенциометр *R6—R5* служит для подачи напряжения на экранирующую сетку.

Сопротивление *R10* и конденсатор *C7* обеспечивают корректировку частотной характеристики усиления.

Фильтр *ВФ* на выходе усилителя срезает все частоты свыше 2 400 *гц*.

Усилители *СПД-5* рассчитаны для работы на стальных цепях с затуханием до 3,0 *неп*, но могут работать и на цветных цепях, для чего в корректирующем контуре *КК*, предусмотренном на входе усилителя, производятся соответствующие переключения. Контур рассчитан на корректирование частот характеристики 4 *мм* стальной цепи длиной 120 *км*.

Усиление усилителя при передаче в диапазоне от 300 до 2 400 *гц* равно 5,0 ± 0,3 *неп*, что обеспечивает уровень на выходе + 0,6 ± ± 0,3 *неп* при подаче на вход усилителя напряжения 15 *мв*.

При приёме усиление усилителя в диапазоне от 300 до 2 400 *гц* составляет при подаче на вход напряжения 15 *мв* не менее 7,3 *неп* при мощности на выходе не менее 0,6 *вт*. При подаче на вход усилителя напряжений в пределах от 15 *мв* до 1 *в* мощность на выходе практически остаётся неизменной (0,6 ± ±0,08 *вт*); коэфициент нелинейных искажений при этом не превышает 15%.

Входное сопротивление усилителя при приёме с линии составляет 1 400 ± 280 *ом* для стальных цепей и 600 ± 60 *ом* для цветных (медных) цепей.

Применение на станциях со стойкой *СПД-5* электродинамических микрофонов с вынесенными к диспетчеру микрофонными усилителями обеспечивает практически полное отсутствие искажений передаваемой речи.

Микрофонный усилитель *МУ-1* развивает на частоте 300 *гц* усиление, равное 3,3 ± ± 0,3 *неп*, а на частотах от 600 до 2 400 *гц* 3,6 ± 0,3 *неп*.

Прямолинейность амплитудной характеристики обеспечивается при подаче на вход уровней до — 3,0 *неп*.

Модуль входного сопротивления в диапазоне частот от 300 до 2 400 *гц* составляет 700÷1 300 *ом*.

Основными источниками питания стойки являются сеть переменного тока 220 *в*, 50 *гц* и постоянно включённая батарея 24 *в*.

Питание осуществляется следующим образом.

Местные цепи питаются постоянным током 24 *в* от селенового выпрямителя; исключение составляют цепи микрофонов и сигнализации, которые питаются от упомянутой выше батареи 24 *в*.

Анодные цепи — постоянным током 220 *в* от кенотронного выпрямителя на лампе 5Ц4С.

Вызывные цепи — постоянным током 120, 160 или 220 *в* от такого же кенотронного выпрямителя. Указанные градации напряжения получаются посредством перепаек на вызывном трансформаторе.

Цепи накала ламп усилителя — переменным током 24 *в*.

Допуск по всем напряжениям равен ±10%.

В случае прекращения подачи переменного тока стойка вручную, посредством отдельного для каждого из питающих напряжений ключа на блоке питания, переключается на питание от резервных аккумуляторных батарей.

Феррорезонансный стабилизатор напряжения обеспечивает нормальную работу приборов стойки при колебаниях напряжения сети в пределах от 170 до 240 *в* и частоты от 49 до 51 *гц*. При более значительных отклонениях частоты стабилизатор может быть отключён посредством специально предусмотренного для этой цели ключа.

На блоке питания предусмотрена возможность проверки линейных селекторов пониженным на 25% вызывным напряжением; для этого переключения имеются специальные гнёзда.

На стойке *СПД-5* имеются оптическая и акустическая сигнализация, приходящая в действие при перегорании предохранителей, при переходе диспетчера на работу с резервного телефонного аппарата и при коротком замыкании на линии. Кроме того, сигнализацией контролируется работа линейного (удерживающего) реле.

Размеры стойки *СПД-5* даны в табл. 139, а данные о потреблении энергии—в табл. 140.

Промежуточные трансляции

Промежуточная трансляция поездной диспетчерской связи (изделие *83/87* завода Трансвязь) применяется на цепях поездной диспетчерской связи, а также иногда и на цепях дорожной диспетчерской связи и служит для усиления токов разговорных частот и для транслирования селекторного вызова.

В комплект входят две стойки: стойка усилителей (*83*) и релейная стойка (*87*).

На стойке усилителей имеются два одинаковых симплексных усилителя — рабочий и запасный. Переход с рабочего усилителя на запасный осуществляется переводом валькового переключателя, установленного на этой стойке, из одного крайнего положения в другое.

Усилители (фиг. 157) имеют два каскада усиления на лампах типа УБ-132. Входное сопротивление усилителя соответствует среднему значению волнового сопротивления стальных цепей с проводами диаметром 4—5 *мм*. Зависимость входного сопротивления усилителя от частоты показана на фиг. 158. На входе усилителей параллельно первичной обмотке входного трансформатора включён корректирующий контур, с помощью которого можно несколько изменять входное сопротивление усилителя. Для корректировки наклона частотной характеристики усилителя соответственно затуханию 5 *мм* стальных цепей различной длины (110, 140, 170 и 200 *км*) имеется второй корректирующий контур, расположенный между первым и вторым каскадами усилителя. Переменными элементами этого контура являются первичная и вторичная секционированные обмотки междулампового транс-

Таблица 14

Данные о потреблении электроэнергии на питание аппаратуры избирательной связи завода Транссвязь

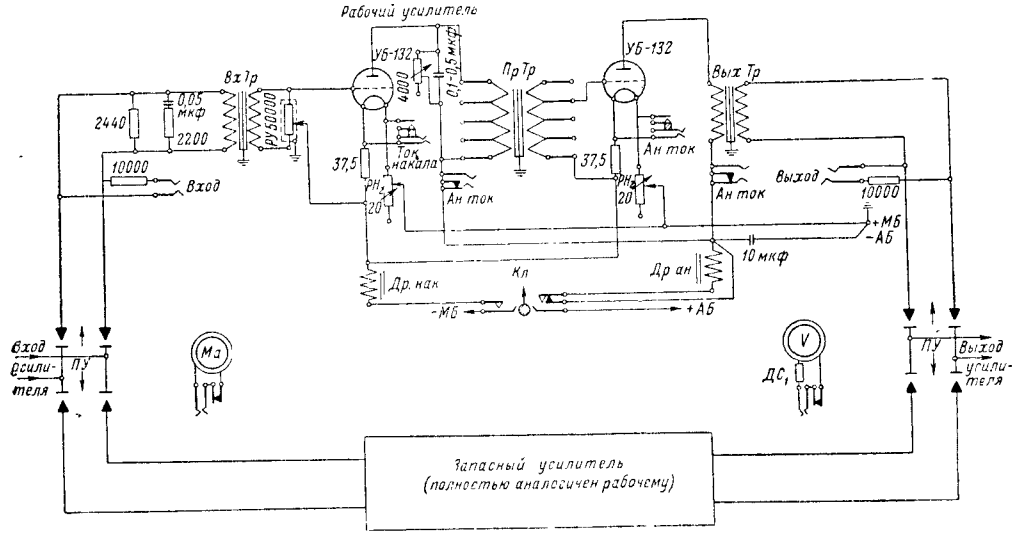
Наименование аппаратуры	Единица измерения	Местная батарея 12 в		Анодная батарея 160 в		Вызывные цепи		Цепи прямого управления	
		максимальный ток в а	расход тока в сутки в а-ч	максимальный ток в а	расход тока в сутки в а-ч	максимальный ток в а	расход тока в сутки в а-ч	максимальный ток в а	расход тока в сутки в а-ч
Стойка оконечных усилителей (изделие 90м)	стойка	1,20	26,18	0,07	1,50	0,15	0,13	—	—
Промежуточная трансляция поездной диспетчерской связи (изделие 83/87)	комплект	0,78	11,45	0,026	0,63	0,15	0,13	0,005	0,06
Промежуточная трансляция дорожной диспетчерской связи для стальных цепей (изделие 83/84)	»	1,58	14,0	0,037	0,77	0,08	0,05	0,005	0,06
То же для цветных цепей (изделие 81/84)	»	1,42	10,1	0,021	0,4	0,08	0,05	0,005	0,06
Узловая трансляция на 4 направления (изделие 85/86)	»	3,0	30,54	0,1	2,31	0,15	0,1	0,005	0,02
То же (изделие 98/99)	»	2,81	26,5	0,085	2,1	0,15	0,1	0,005	0,02
То же на 8 направлений (изделие 99/208/209)	»	5,0	43,0	0,15	3,46	0,3	0,2	0,005	0,015
Соединительная трансляция поездной диспетчерской связи (изделие 89)	стойка	1,14	2,70	0,03	0,08	—	—	0,005	0,01
Распорядительные станции постанционной и линейно-путевой связи (изделие 44)	»	0,64	0,15	—	—	0,25	0,21	—	—
То же изделие 345	»	0,71	0,18	—	—	0,60	0,22	—	—
То же типа СПС-2	»	0,63	0,25	—	—	0,25	0,4	—	—
		Местная батарея 24 в		**Анодная батарея 220 в**					
Распорядительная станция поездной диспетчерской связи типа СПД-5	»	0,57	11,9	0,06	1,42	—	—	—	—

Примечания: 1. Питание стойки СПД-5 нормально производится от переменного тока с возможностью перехода на питание от аккумуляторов при прекращении подачи переменного тока. Посылка прямого управления производится от вызывной батареи.

2. Стойка СПС-2 может работать также и от местной батареи с напряжением 24 в.

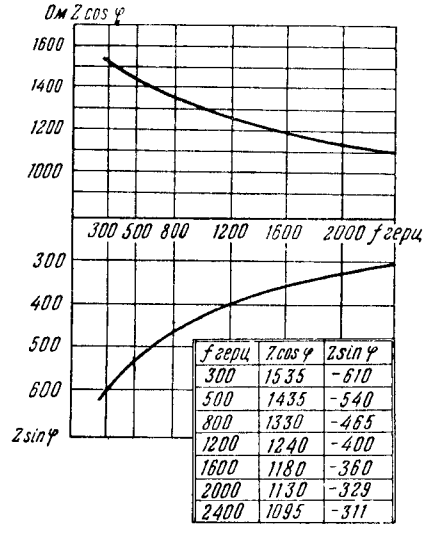
3. Расход тока для питания диспетчерской связи принят из расчёта 400 посылок вызова в сутки, для связи ДГП—300 посылок и для постанционной и линейно-путевой связи—200 посылок в сутки.

4. Напряжение вызывных батарей определяется расчётом.



Фиг. 157. Схема усилителя стойки 83

форматора, а также сопротивление и ёмкость, включённые параллельно первичной обмотке. Частотные характеристики усиления усилителя, соответствующие указанным выше условиям, показаны на фиг. 159.

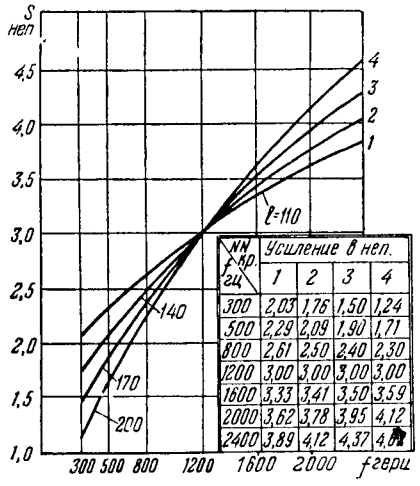


f герц	Z cos φ	Z sin φ
300	1535	-610
500	1435	-540
800	1330	-465
1200	1240	-400
1600	1180	-360
2000	1130	-329
2400	1095	-311

Фиг. 158. Частотная характеристика входного сопротивления усилителя стойки 83

Мощность на выходе усилителя достигает 0,4 *вт*.

Регулятор усиления имеет 10 положений и даёт возможность изменять усиление на 2 *неп* ступенями по $0{,}2 \pm 0{,}05$ *неп*.



NN кр. / f гц	Усиление в неп. 1	2	3	4
300	2,03	1,76	1,50	1,24
500	2,29	2,09	1,90	1,71
800	2,61	2,50	2,40	2,30
1200	3,00	3,00	3,00	3,00
1600	3,33	3,41	3,50	3,59
2000	3,62	3,78	3,95	4,12
2400	3,89	4,12	4,37	4,6

Фиг. 159. Частотная характеристика усиления усилителя стойки 83

Данные об источниках тока, необходимых для питания трансляции, приведены в табл. 140. Напряжение и ёмкость вызывной батареи (она же батарея обратного управления) определяются по расчёту.

Напряжение смещения на сетки ламп (около 6 *в*) подаётся автоматически с сопротивлений по 37,5 *ом*, включённых в цепях накала. Регулировка тока в цепях накала производится вручную при помощи реостатов. При питании трансляции от общих батарей ЛАЗ (24 и 220 *в*) необходимо произвести ряд изменений в заводской схеме и включить в отдельные цепи питания на обеих стойках дополнительные сопротивления.

Габариты стоек даны в табл. 139.

Промежуточная симплексная телефонная трансляция поездной диспетчерской связи и связи *ДГП* типа ПТ-1 предназначена для двустороннего усиления токов разговорной частоты и одностороннего транслирования избирательного вызова. *ПТ-1* применяется на неразветвлённых участках поездной диспетчерской связи и связи *ДГП* и может работать как по стальным, так и по цветным цепям.

На стойке *ПТ-1* смонтированы панели усилителя, переговорно-вызывного устройства, избирательного вызова, управления, блок питания, панель селектора и вводная панель.

Конструктивное оформление *ПТ-1* аналогично стойке *СПД-5*. Все реле, кроме *МПР*, *РТСВ* и *РПУ*, применены типа КДР.

ПТ-1 допускает работу в двух вариантах:

а) прямое управление осуществляется со стороны распорядительного пункта;

б) прямое управление осуществляется со стороны исполнительного направления с обратным управлением со стороны распорядительного пункта.

Для усиления разговорных токов служит один симплексный усилитель, переключающийся посредством системы реле.

По схеме и конструкции этот усилитель аналогичен усилителю *СПД-5*.

На входе усилителя имеется плавный регулятор усиления, дающий возможность изменять усиление от нуля до номинального значения при подаче на вход напряжения, равного 15 *мв*.

В диапазоне частот от 300 до 2 400 *гц* модуль входного сопротивления усилителя при приёме составляет $1\,400 \pm 40$ *ом* при работе на стальных цепях и 600 ± 60 *ом* при работе на цветных цепях. Усилитель снабжён автоматическим регулятором чувствительности, обеспечивающим постоянство мощности на выходе. Коэфициент нелинейных искажений при этом не превосходит 15% при подаче на вход сигналов напряжением от 15 *мв* до 1 *в*. На входе усилителя имеется контур, корректирующий затухание двухпроводной 4-*мм* стальной цепи длиной 120 *км*. При работе на цветных цепях в схеме контура производятся соответствующие переключения. На выходе усилителя имеется фильтр нижних частот, обеспечивающий затухание в диапазоне частот от 300 до 2 400 *гц* не более 0,2 *неп*, а при частотах свыше 3 000 *гц* — не менее 4 *неп*.

Усиление усилителя на стальных цепях соответствует данным, приведённым в табл. 141, с допуском $\pm$ 0,3 *неп*.

Усиление усилителя на цветных цепях составляет $5{,}0 \pm 0{,}3$ *неп* в диапазоне от 300 до 2 400 *гц*, что обеспечивает уровень на выходе, равный $+ 0{,}6 \pm 0{,}3$ *неп* при подаче на вход напряжения 15 *мв*.

Таблица 141

Усиление усилителя трансляции типа ПТ-1

Частота в *гц*	300	500	800	1 400	2 400
Усиление в *неп* . . .	1,25	2,15	2,65	3,45	4,55

Питание устройств стойки осуществляется от сети переменного тока с номинальным напряжением 220 *в* и от постоянно включённой батареи напряжением 24 *в*, служащей для питания микрофона *ПВУ* и сигнальных цепей. Резервирование осуществляется от батарей: накала — 24 *в* (та же батарея, что выше), анода + 220 *в* и вызова ± 120, 160 или 220 *в* (по расчёту).

В блоке питания имеется феррорезонансный стабилизатор, обеспечивающий отклонение питающих напряжений не более чем на 7% от номинала, при колебаниях напряжения сети в пределах от 170 до 240 *в* и частоты от 49 до 51 *гц*. При бо́льших колебаниях частоты стабилизатор не обеспечивает своих функций и должен быть отключён.

Напряжение вызывного выпрямителя не стабилизировано и при изменениях нагрузки от 0 до 120 *ма* изменяется в пределах до 40 *в*.

Размеры стойки *ПТ-1* даны в табл. 139.

Соединительная трансляция поездной диспетчерской связи (изделие *89* завода Трансвязь) обеспечивает соединение и последующее разъединение цепей поездной диспетчерской связи двух смежных кругов, а также усиление разговорных токов при переговорах между диспетчерами.

Оборудование трансляции монтируется на одной стойке, на которой расположены один усилитель и приборы релейной схемы, включающей в себя четыре селектора, служащих для соединения и разъединения кругов.

Усилитель по схеме и характеристикам одинаков с усилителем, применённым на стойке *83* (см. выше).

Для соединения между собой обоих диспетчерских кругов и для разъединения их диспетчером посылаются комбинации из 19 импульсов тока, воспринимаемые (на каждой стороне трансляции) селекторами для соединения и разъединения кругов.

Соединение и разъединение кругов возможны со стороны обоих диспетчеров.

Габариты стойки приведены в табл. 139; данные об источниках питания—в табл. 140.

Соединительная симплексная телефониая трансляция поездной диспетчерской связи типа СТ-1 предназначена для автоматического соединения и разъединения цепей соседних кругов поездной диспетчерской связи и для двустороннего усиления разговорных токов. Трансляция *СТ-1* может работать как на стальных, так и на цветных цепях.

На стойке *СТ-1* смонтированы панели — вводная, управления и усилителя, блоки — переговорного устройства, соединения и контроля, селекторов линии $Л_1$ и $Л_2$, питания.

В конструктивном отношении СТ-1 оформлена подобно стойкам *СПД-5* и *ПТ-1*.

Селекторы имеют настройку по 19-импульсному коду.

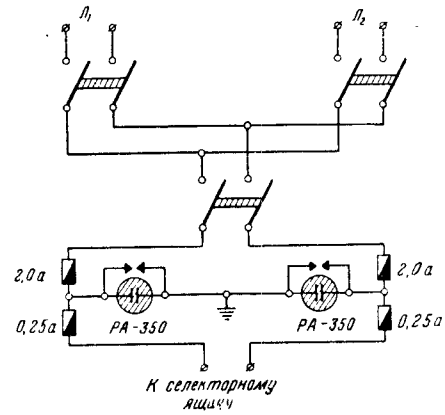
Контрольное устройство даёт возможность измерения величин напряжения и тока во всех цепях, где это необходимо в процессе эксплоатации.

Для двустороннего усиления разговорных токов служит один симплексный усилитель, переключающийся в цепи $Л_1 — Л_2$ посредством реле. Усилитель применён того же типа, что и в *ПТ-1*. Габариты *СТ-1* даны в табл. 139.

Аппаратура промежуточных пунктов

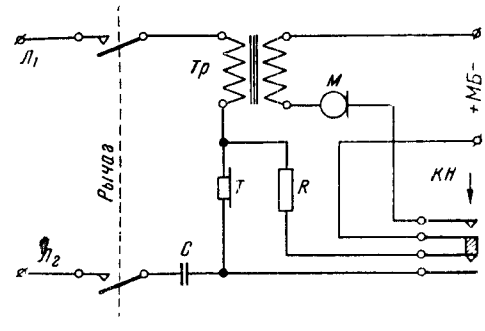
В комплект аппаратуры промежуточного пункта входят: вводный щиток, селекторный ящик, телефонный аппарат и источники питания.

Схема вводного щитка показана на фиг.160; схема селекторного ящика—на фиг. 150 (правая часть).



Фиг. 160. Схема вводного щитка

Схема телефонного аппарата дана на фиг. 161. Входное сопротивление телефонного аппарата при приёме составляет 8 800 ± 3200 *ом* с углом 57° ± 3°, а при передаче 1 000—2 000 *ом* (измерения должны производиться на частоте 800 *гц* при уровне передачи на входе телефонного аппарата, равном +1 *неп*, и токе питания микрофона, равном 40 *ма*).



Фиг. 161. Схема телефонного аппарата промежуточного пункта диспетчерской связи

Качество передачи между двумя аппаратами должно быть удовлетворительным при включении между ними искусственной линии с затуханием 3,5 *неп* при $Z = 1\,400$ *ом* и уровне шума в помещении, где находится испытуемый аппарат, до 60 *дб*. Удовлетворительным качеством считается такое, при котором не требуется повторения отдельных фраз и слов.

Для питания микрофона и звонка в промежуточном пункте должна быть установлена батарея напряжением 4,5 *в* (6 элементов типа МОЭ-250 или 3 элемента 6СМВД).

Электрические данные современных телефонных аппаратов диспетчерской связи (по ТУ 1950 г.) следующие (см. фиг. 161).

Трансформатор *Тр* — первичная обмотка: проволока ПЭ диаметром 0,41 *мм*, 280 витков, сопротивление обмотки 1,4 *ом*; вторичная обмотка: проволока ПЭ (ПЭЛ) диаметром 0,2 *мм*, 1 350 витков, сопротивление обмотки 47 *ом*. Сопротивление *R* — 1 500 *ом*, 0,25 *вт*, типа СС. Конденсатор *С* — 0,5 *мкф*, типа МКВ, микрофон капсюльный МБ, типа МК-10. Телефон имеет обмотки с сопротивлением $1\,000 \times 2$ *ом*, проволока ПЭ (ПЭЛ) диаметром 0,05 *мм*, витков $3\,700 \times 2$.

ДИСПЕТЧЕРСКАЯ СВЯЗЬ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

Диспетчерская связь энергоснабжения устраивается на электрифицированных участках железных дорог для обеспечения наблюдения за состоянием энергоснабжения и контактной сетью.

Диспетчерские участки связи энергоснабжения, как правило, совпадают с границами участка энергоснабжения, а энергодиспетчер помещается в здании отделения дороги.

В цепи диспетчерской связи энергоснабжения включаются аппараты, устанавливаемые у дежурных по тяговым подстанциям, в постах секционирования, в дежурных пунктах контактной сети и в электродепо.

Технические устройства распорядительных станций и промежуточных пунктов диспетчерской связи энергоснабжения, а также нормы передачи по этим цепям те же, что и для цепей поездной диспетчерской связи.

ПОСТАНЦИОННАЯ ТЕЛЕФОННАЯ СВЯЗЬ

Постанционная телефонная связь может быть неавтоматическая и автоматическая. При неавтоматической постанционной телефонной связи распорядительные станции устанавливают, как правило, на отделенческих станциях.

В пункте установки распорядительной станции цепь постанционной связи включается в междугородный (иногда в местный) коммутатор.

При наличии на противоположном конце цепи или на промежуточных станциях телефонных коммутаторов или номерников ёмкостью 10 номеров и выше цепь постанционной связи включается и в них.

Прежде, примерно до 1940 г., очень часто аппаратура распорядительных станций устанавливалась на обоих концах цепи; в настоящее время этого не делается, и цепью распоряжается только одна телефонистка, что более удобно в эксплоатационном отношении.

В качестве распорядительных станций постанционной телефонной связи на сети дорог в настоящее время применяются:

а) распорядительные станции стоечного типа (изделие *44* завода Транссвязь);

б) то же, но с трансформаторным вызовом (изделие *345* завода Транссвязь);

в) распорядительные станции стоечного типа на два направления (СПС-2).

С 1951 г. завод Транссвязь начал выпускать аппаратуру постанционной телефонной связи в новом конструктивном оформлении (ПС-1).

Аппаратуру промежуточных пунктов постанционной телефонной связи устанавливают на всех станциях, разъездах и остановочных пунктах участка.

Кроме того, аппараты постанционной телефонной связи могут устанавливаться в помещениях телеграфа (для передачи телеграмм по телефону), в грузовых и технических конторах, у дорожных мастеров (на участках, не оборудованных линейно-путевой связью). Общее количество промежуточных пунктов, включаемых в один круг постанционной телефонной связи, составляет в среднем 12—15 при длине круга порядка 80—100 *км*.

Вызов коммутатора со стороны промежуточного пункта осуществляется нажатием специальной, установленной на телефонном аппарате, кнопки. Опрос вызывающего абонента телефонисткой коммутатора и получение заказа на соединение производятся тем же порядком, как и на цепях дальней телефонной связи. Вызов промежуточного пункта со стороны коммутатора осуществляется путём посылки избирательного вызова, для чего на коммутаторах устанавливается универсальный вызывной ключ или дисковый вызывной ключ системы Минченко. Сигналов отбоя нет. Перед тем как послать вызов, телефонистка или абонент промежуточного пункта обязаны убедиться в том, что линия свободна.

Поскольку цепи постанционной связи используются для замены цепей поездной диспетчерской связи при повреждениях последних, настройка селекторов аппаратуры промежуточных пунктов обоих этих видов связи, устанавливаемой в одном и том же пункте, выбирается одинаковой.

Распорядительная станция типа СПС-2

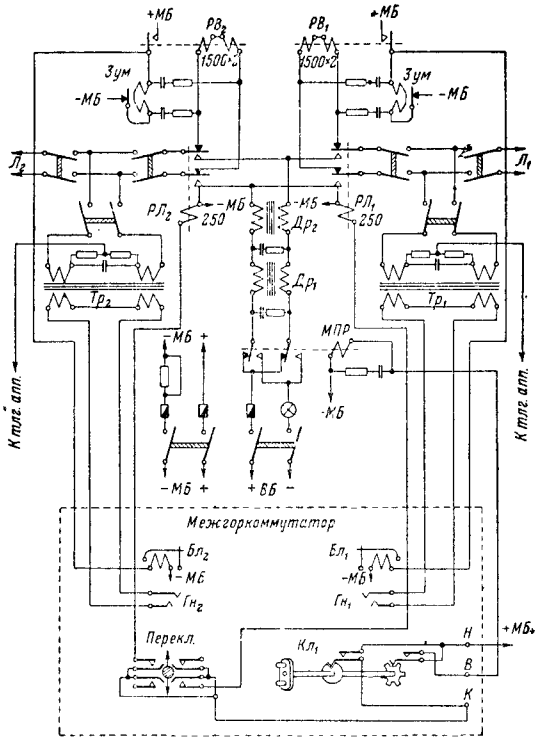
На стойке *СПС-2* смонтировано оборудование для двух цепей постанционной связи.

В схему *СПС-2* (фиг. 162) входят приборы, необходимые для приёма вызова с линии, а также для посылки избирательного вызова в сторону линии и контроля получения его в вызываемом пункте. Кроме того, схемой предусмотрено включение цепи постанционной связи в междугородный коммутатор и наложение телеграфной работы по схеме с дифференциальным дросселем.

Особенностью схемы *СПС-2* является то, что в ней применены общие приборы для посылки избирательного вызова по обеим включаемым на стойку цепям постанционной связи.

Питание аппаратуры *СПС-2* осуществляется от источника постоянного тока с напряжением 12 или 24 *в*.

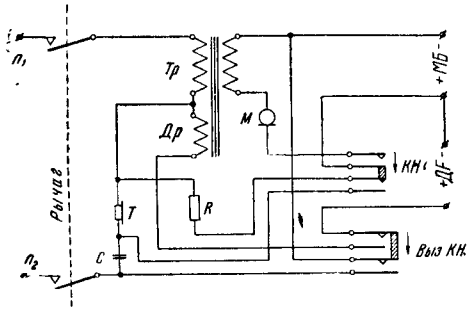
Данные об источниках тока приведены в табл. 140, а размеры стойки — в табл. 139.



Фиг. 162. Схема стойки *СПС-2*

Аппаратура промежуточных пунктов

В комплект входят: вводный щиток, селекторный ящик, телефонный аппарат и источники питания.



Фиг. 163. Схема телефонного аппарата постанционной телефонной связи

Вводный щиток и селекторный ящик ничем не отличаются от таких же приборов, применяемых на цепях поездной диспетчерской связи. Схема телефонного аппарата дана на фиг. 163.

Вызов распорядительной станции осуществляется нажатием кнопки *КН* при снятой трубке. Электрические данные аппарата такие же, как у аппаратов промежуточных пунктов диспетчерской связи.

Для питания микрофона и звонка необходимы такие же источники питания, как и при диспетчерской связи; для вызова распорядительной станции используется эта же батарея при последовательном включении дополнительной батареи.

Напряжение дополнительной батареи зависит от расстояния между рассматриваемым пунктом и распорядительной станцией и определяется расчётом.

Постанционная автоматическая телефонная связь

Внедрение местных АТС и начавшаяся с 1947 г. автоматизация дальней телефонной связи потребовали автоматизации также и постанционной связи. Это оказалось необходимым для того, чтобы полностью исключить из процесса установления соединений по сети железнодорожной телефонной связи общего служебного пользования элементы ручного обслуживания. В результате предпринятой в связи с этим обстоятельством разработки была создана новая система постанционной а в т о м а т и ч е с к о й телефонной связи, получившая название ПАС.

С помощью устройств постанционной автоматической телефонной связи работники промежуточных станций участка железной дороги, оборудованного этой связью, могут осуществлять автоматическое соединение как между собой, так и с абонентами местных автоматических телефонных станций, включённых в данную цепь. Кроме того, через ближайшую узловую АТС абоненты цепи постанционной автоматической телефонной связи могут без участия телефонистки междугородного коммутатора выходить на сеть дальней автоматической телефонной связи.

На всех промежуточных станциях участка, оборудованного постанционной автоматической связью, устанавливается специальное оборудование, в комплект которого входят:

а) специальный телефонный аппарат с номеронабирателем (таким же, какой устанавливается на телефонных аппаратах ЦБ-АТС);

б) комплект реле, с помощью которых осуществляются посылка и приём избирательного вызова;

в) вводный щиток с приборами защиты и рубильниками;

г) источники электропитания.

Каждый комплект этих приборов является совершенно независимо действующей установкой, не требующей для своей работы наличия в данной цепи оборудования распорядительных станций. Это обстоятельство является весьма важным, так как неисправность и выход из строя командной, узловой станции или даже целого участка цепи не парализуют работы оставшихся исправных аппаратов промежуточных пунктов.

Каждому из промежуточных пунктов присваивается определённый двузначный номер, набором которого данный пункт может быть вызван из любого другого пункта данной цепи, а также с узловой АТС.

Для наиболее эффективного использования цепи постанционной автоматической телефонной связи она может быть оборудована специальными разделительными устройствами, позволяющими делить цепь на части, в пределах каждой из которых может вестись отдельный разговор. Наличие разделительных устройств не препятствует тому, чтобы абонент мог вызвать любого другого абонента, в какой бы из участков цепи он ни был включён, если только этот участок не будет в данный момент занят.

Во время разговора двух абонентов аппараты всех других абонентов данного участка или части цепи оказываются заблокированными и абоненты этих пунктов не имеют возможности подслушать или перебить ведущийся разговор.

Подключение к занятой цепи ПАС допускается лишь в случае крайней необходимости (пожар, авария и т. п.); для этого вызывающий абонент должен нажать специальную, нормально запломбированную кнопку, сняв предварительно пломбу и сделав соответствующую запись в журнале.

Занятость линии отмечается установленным на телефонном аппарате бленкером, который в этом случае будет показывать белое поле.

Во избежание непроизводительного простоя цепи из-за ложного занятия, которое может произойти при случайном возникновении в цепи импульса тока, предусмотрено сбрасывающее устройство. Это устройство автоматически освобождает цепь и деблокирует аппараты, если в период времени до 40 сек. после её занятия не последует набора номера.

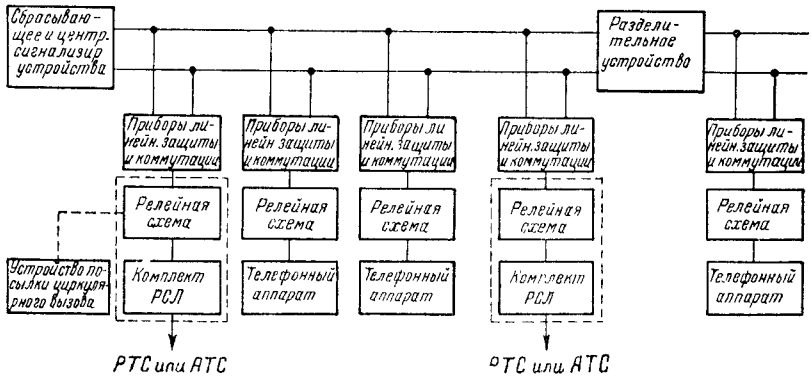
Аппаратура постанционной автоматической связи допускает возможность посылки как индивидуальных, так и групповых и циркулярных вызовов. Индивидуальный вызов может быть послан с любого пункта, циркулярный вызов может быть послан только телефонисткой командной станции. Этой же телефонистке (при АТС — телефонистке контрольного стола) предоставлено право и возможность принудительного освобождения цепи и разъединения абонентов в случае особой в том необходимости.

Скелетная схема цепи постанционной автоматической телефонной связи приведена на фиг. 164.

Процесс соединения между двумя абонентами постанционной автоматической связи происходит следующим образом.

При снятии микротелефонной трубки с любого аппарата в линию посылается импульс занятия, посредством которого все остальные аппараты цепи блокируются. С этого момента линия является занятой и на всех аппаратах открываются бленкеры занятости. С этого же момента ни один другой абонент не может включиться в линию, если даже он и снимет микротелефонную трубку.

Для посылки вызова необходимо при помощи номеронабирателя набрать номер, присвоенный требующемуся пункту. Во время набора номера в линию посылаются импульсы тока, которые принимаются приёмными устройствами всех остальных аппаратов. В том аппарате, приёмное устройство которого настроено соответственно набранному номеру, после окончания набора звонит звонок, а



Фиг. 164. Скелетная схема цепи постанционной автоматической телефонной связи

вызывающий абонент услышит при этом контроль вызова. Звонковый сигнал и контроль вызова подаются до тех пор, пока вызываемый абонент не снимет трубку или пока вызывающий абонент не даст отбоя, положив свою трубку на рычаг аппарата.

При снятии вызываемым абонентом трубки в линию посылается импульс ответа, и оба аппарата приходят в разговорное положение. По окончании разговора абоненты дают отбой. Освобождение цепи происходит сразу же, как только один из разговаривавших абонентов положит свою трубку на рычаг аппарата.

Для подключения к схеме АТС или РТС служит комплект реле соединительной линии (комплект РСЛ). Вводные щитки применяются того же типа, что и для неавтоматической постанционной и диспетчерской связи.

Основным прибором приёмного устройства является реле-искатель.

Для питания устройств промежуточного пункта требуется источник постоянного тока с напряжением 6 *в*.

Основные данные аппаратуры ПАС:

Модуль входного сопротивления промежуточного аппарата при приёме на частоте 1 000 *гц*	12 000 *ом*
Модуль входного сопротивления промежуточного аппарата при передаче . .	600 »

Модуль входного сопротивления промежуточного аппарата при положенной на рычаг микротелефонной трубке . .	12 000 *ом*
Амплитуда индуктивного импульса в начале линии	50 *ма*
Ток чувствительности поляризованного реле	2 »
Величина тока, потребляемого от местной батареи при наборе номера	4,5 *а*
Суточный расход энергии на аппарат промпункта (ориентировочно по эксплоатационным данным)	3,5 *а-ч*
Количество промпунктов в цепи должно быть не более	20

ЛИНЕЙНО-ПУТЕВАЯ ТЕЛЕФОННАЯ СВЯЗЬ

Линейно-путевая телефонная связь служит для переговоров работников дистанций пути между собой и с дежурными по станциям. На новых железнодорожных линиях в первые годы эксплоатации линейно-путевая связь может быть совмещена с постанционной связью на одной общей паре проводов, но при условии, если общее количество промежуточных пунктов не превысит при этом 20.

Цепи линейно-путевой связи организуются в границах дистанции пути с выходом на станцию, имеющую прямую связь с отделением дороги. Если граница дистанции пути находится между раздельными пунктами, цепь линейно-путевой связи доводят до соседнего раздельного пункта другой дистанции пути.

В цепь линейно-путевой связи включаются аппараты, устанавливаемые у начальника дистанции пути, у дорожных мастеров и бригадиров пути, а также у путевых обходчиков, участки которых требуют особого наблюдения. Для связи с дежурными по станциям цепь линейно-путевой связи включается в коммутаторы участковых и деповских железнодорожных станций, а на двух-трёх станциях участка аппараты устанавливаются и в помещениях дежурных по станциям.

Распорядительная станция линейно-путевой связи устанавливается на железнодорожной станции, где находится контора начальника дистанции пути. При необходимости в помещении конторы устанавливают дублирующие вызывные ключи и оборудование для приёма передачи на громкоговоритель.

Технические устройства распорядительных станций и промежуточных пунктов, а также и нормы передачи для цепей линейно-путевой связи те же, что и для цепей постанционной телефонной связи.

ДОРОЖНАЯ ДИСПЕТЧЕРСКАЯ ТЕЛЕФОННАЯ СВЯЗЬ

Дорожная диспетчерская телефонная связь (связь ДГП) организуется, как правило, в пределах всей дороги. При нескольких ДГП дорожная сеть может быть разделена на несколько отдельных частей (кругов).

На некоторых дорогах цепи дорожной диспетчерской связи используются также и для организации дорожной связи совещаний. Такой порядок использования цепей дорожной диспетчерской связи является нежелательным, так как на время проведения совещаний действие связи ДГП прекращается.

В цепь дорожной диспетчерской связи включаются аппараты, установленные у дежурных по отделениям, дежурных по крупным станциям, дежурных по основным и оборотным депо, у маневровых диспетчеров, у поездных диспетчеров, у дежурных по стыковым станциям между дорогами и некоторые другие.

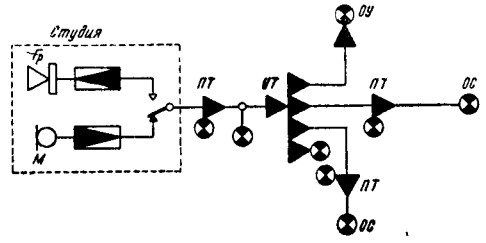
Возможность пользования цепями дорожной диспетчерской связи, помимо ДГП, предоставляется локомотивному диспетчеру, который может пользоваться ею только по разрешению ДГП, подключающему его к линии. Кроме того, по дорожной диспетчерской связи могут вести переговоры начальник дороги, его заместитель по движению и начальник службы движения (Д), которым предоставляется право включаться в линию непосредственно, без участия ДГП.

Для того чтобы ДГП имел возможность связаться со всеми необходимыми ему работниками в крупных узлах и в отделениях, цепь дорожной диспетчерской связи включается в коммутаторы местных ЦТС на всех отделенческих, сортировочных, участковых и других крупных станциях с большой грузовой работой. Включение цепей дорожной диспетчерской связи в коммутаторы осуществляется без права обратного вызова ДГП по этим цепям.

Каждому ДГП предоставляется возможность подключения к ДГП соседнего круга своей дороги, если таковой имеется.

Для дорожной диспетчерской связи применяется та же аппаратура, что и на цепях поездной диспетчерской связи и связи совещаний.

Для увеличения дальности передачи в цепь дорожной диспетчерской связи включают промежуточные и узловые симплексные усилители (трансляции) (фиг. 165). Эти



Фиг. 165. Скелетная схема сети связи ДГП (распорядительный вариант)

трансляции при стальных проводах включаются в цепь через каждые 80—100 *км* и обеспечивают усиление разговорных токов, а также транслирование токов избирательного вызова и токов управления.

Узловые трансляции устанавливаются в тех пунктах, где цепь дорожной диспетчерской связи разветвляется на несколько направлений.

В качестве распорядительных станций дорожной диспетчерской связи в настоящее время применяются стойки *СПД-5*. До 1950 г. в качестве распорядительных станций применялись преимущественно стойки оконечных усилителей связи совещаний (*90* и *90м*). Эти же стойки использовались и в наиболее крупных промежуточных пунк-

тах, например в отделениях дороги, для обеспечения громкоговорящего приёма в тех случаях, когда цепи дорожной диспетчерской связи использовались также и для связи совещаний.

В качестве промежуточных трансляций используются стойки *83/84* завода Трансвязь, а в качестве узловых — стойки *85/86*.

На промежуточных станциях применяется оборудование промежуточных пунктов поездной диспетчерской связи, которые могут быть включены как в местах установки усилителей, так и на любой другой промежуточной станции. Один из аппаратов, расположенных в пункте местонахождения усилителя, может быть подключён непосредственно к усилительной стойке в клеммы линии абонента.

Вызов от ДГП в сторону линии — избирательный; вызов ДГП со стороны линии осуществляется, как и на цепях поездной диспетчерской связи, голосом.

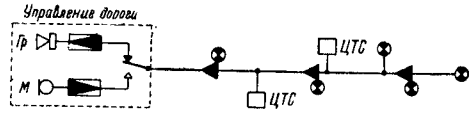
Применяемая для связи ДГП аппаратура может быть включена в линию или по распорядительной или по исполнительной схеме.

При распорядительной схеме на распорядительной станции связи ДГП в линию включён усилитель передачи оконечной установки, а усилители промежуточных пунктов включены входом в сторону ДГП (фиг. 165). Прямое управление подаётся в этом случае в сторону ДГП.

Для перебоя говорящего ДГП должен послать в линию ток обратного управления.

При исполнительной схеме в нормальных условиях в линию включён усилитель приёма оконечной установки ДГП, а усилители промежуточных пунктов включены выходами в сторону ДГП (фиг. 166). Ток прямого управления посылается в данном случае со стороны ДГП. Обратного управления при исполнительной схеме не требуется.

Первая схема обладает следующими достоинствами: возможность применения узловых усилителей и ведения групповых переговоров при любой конфигурации сети; к её недостаткам относится необходимость применения устройств обратного управления.



Фиг. 166. Скелетная схема сети связи ДГП (исполнительный вариант)

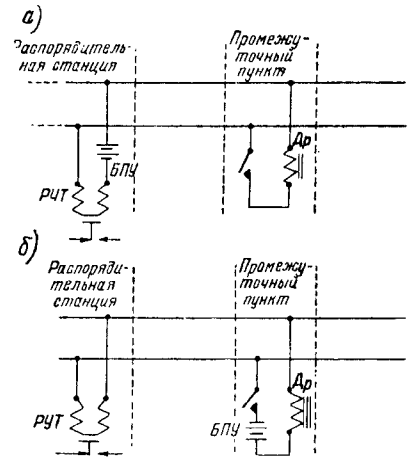
Достоинством второй схемы является отсутствие необходимости в применении устройств обратного управления; к недостаткам её относятся: невозможность применения узловых усилителей и в связи с этим невозможность ведения групповых переговоров со станциями, лежащими на разных направлениях.

Наличие аппаратов, включённых на промежуточных станциях, вызывает осложнения, связанные с необходимостью управления усилителями с этих аппаратов. При второй схеме можно отказаться от управления усилителями со стороны промежуточного пункта, но тогда передача с этого пункта не будет слышна ни в одном из аппаратов, расположенных за ближайшим к данному пункту усилителем, считая в направлении от распорядительной станции.

При первой схеме прямое управление усилителями с промежуточных аппаратов обязательно.

Прямое управление из промежуточного пункта происходит одновременно с нажатием клавиши микротелефона, включающей микрофон, и может быть осуществлено двумя способами:

а) путём замыкания на обмотку дросселя цепи, состоящей из реле *РУТ* (реле управления трансляцией) и батареи прямого управления, установленных в одном и том же трансляционном пункте (фиг. 167, *а*). Наложение телеграфной работы при данной схеме невозможно, так как диференциальный дроссель замыкает цепь реле приёма прямого управления;



Фиг. 167. Схемы подачи прямого управления из линейного пункта

б) путём включения в линию батареи прямого управления, установленной на каждом промежуточном пункте, и замыкания таким образом цепи тока через установленное на трансляции реле *РУТ* (фиг. 167, *б*).

В первом случае реле *РУТ* находится в более тяжёлых условиях работы, так как оно должно срабатывать от разности двух токов — тока, идущего по цепи, замкнутой через обмотку дросселя аппарата промежуточного пункта, и тока утечки в линии связи, величина которого меняется с течением времени.

Во втором случае регулировка *РУТ* несколько облегчается, но применение этой схемы усложняет и удорожает эксплоатацию связи ДГП, поскольку число батарей управления увеличивается.

Второй вариант схемы связи ДГП — исполнительная схема — вообще не требует посылки токов управления со стороны промежуточных пунктов, но зато, как указано, исключает возможность применения узловых усилителей и, кроме того, обладает некоторыми другими эксплоатационными недостатками.

Невозможность применения узловых усилителей является большим недостатком этого варианта, но тем не менее он получил наиболее широкое распространение по сети дорог.

Объясняется это следующими причинами:

1) исполнительная схема даёт возможность включения в цепь ДГП абонентов местных телефонных коммутаторов, причём разговор с ДГП осуществляется абонентами без посылки тока прямого управления с их стороны;

2) исполнительная схема даёт возможность использования в промежуточных пунктах обычных телефонных аппаратов поездной диспетчерской связи, не имеющих, как известно, устройств, необходимых для посылки тока прямого управления;

3) шумы и трески в громкоговорителе ДГП, появляющиеся в момент переключения промежуточных усилителей, при исполнительном варианте схемы значительно меньше, чем при распорядительном.

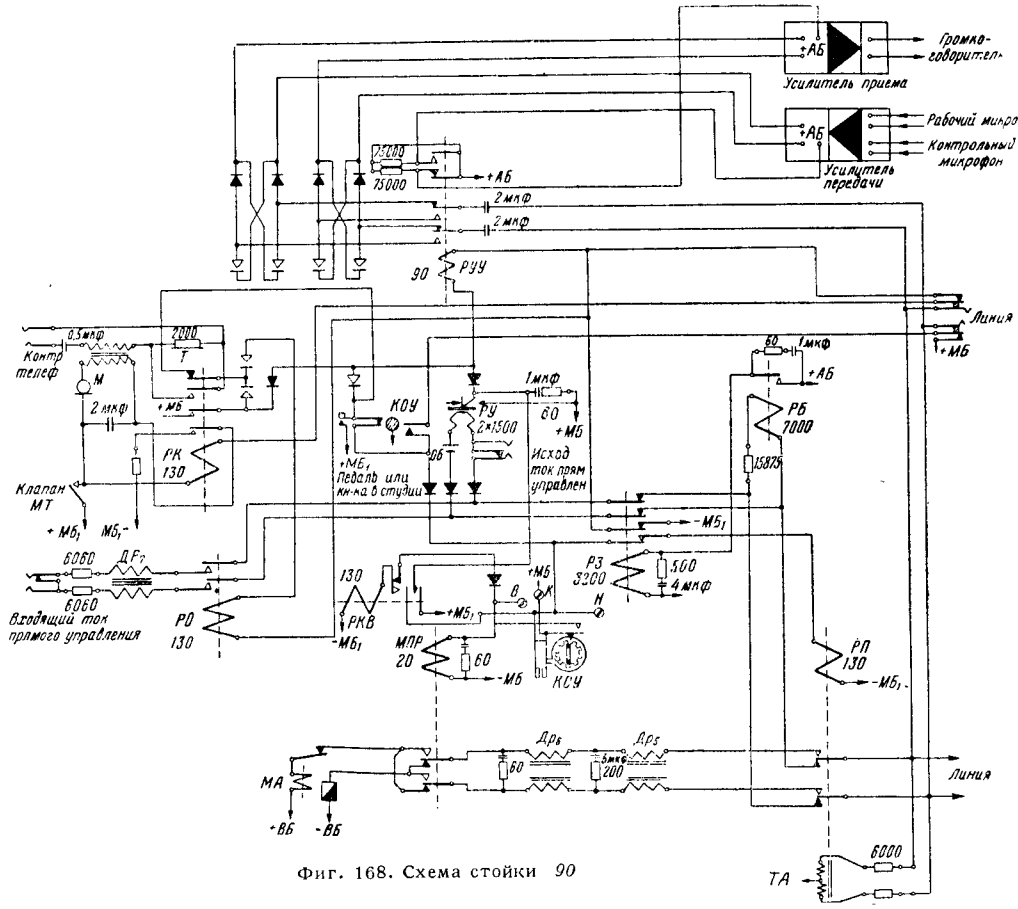
При исполнительной схеме некоторые неисправности линии отмечаются появлением шумов в громкоговорителе распорядительной станции, постоянно включённом в линию через усилитель приёма, что способствует своевременному обнаружению их.

Стойка оконечных усилителей (изделие *90* завода Транссвязь). На стойке (фиг. 168) смонтированы отдельные усилители передачи и приёма, релейная схема управления усилителями, контрольные, переговорные и коммутационные устройства и прочее вспомогательное оборудование.

Микрофоны (рабочий и резервный) и громкоговорители в поставляемый заводом комплект стойки не входят.

Разновидности стоек *90*: без мощного каскада в усилителе приёма, с мощным каскадом в усилителе приёма (изделие *90 м*), то же, но с трансформаторным вызовом (изделие *90 т*).

Стойка *90* может быть использована в качестве студийного усилителя дорожной



Фиг. 168. Схема стойки *90*

Усилитель приёма (микрофонный) рассчитан для работы от маломощного (мраморного микрофона с внутренним сопротивлением порядка 600 *ом*, развивающего электродвижущую силу в 2—3 *мв*.

Усилитель (фиг. 169) состоит из трёх каскадов усиления, работающих на лампах (в порядке последовательности каскадов) типа УБ-110, УБ-107 и УБ-132. Наибольшее усиление в диапазоне частот от 300 до 2 400 *гц* порядка 8 *неп* (табл. 142). Уровень на входе (при микрофоне ММ-2) составляет около 6 *неп*;

уровень на выходе (в 5-м положении *РУ*) — от + 0,5 до - 0,9 *неп*. Регулятор усиления имеет 10 положений и даёт возможность изменять усиление в пределах 2 *неп* ступенями по 0,2 ± 0,05 *неп*. Наибольшая неискажённая мощность на выходе равна приблизительно 50 *мвт*. Выход рассчитан на включение нагрузки с сопротивлением 1 400 *ом*.

Таблица 142

Зависимость усиления усилителя передачи стойки *90* от частоты

Частота в *гц*	300	800	1 400	2 400
Усиление в *неп* . .	7,9 0,3	8,2±0,3	8,2 0,3	8,3 0,3

Усилитель приёма изделия *90м* имеет три каскада усиления на лампах типа УБ-132. Выходной каскад собран по двухтактной схеме и рассчитан на включение электродинамического громкоговорителя мощностью 0,2 — 0,5 *вт* с сопротивлением звуковой катушки 20—30 *ом*. Зависимость усиления усилителя от частоты при 10-м положении регулятора усиления показана в табл. 143.

Таблица 143

Зависимость усиления усилителя приёма стойки *90* от частоты

Частота в *гц*	300	800	1 400	2 400
Усиление в *неп* . .	2,3±0,3	3,3±0,3	3,8 0,3	4,3±0,3

Регулятор усиления имеет 10 положений и даёт возможность изменять усиление в пределах 2 *неп* ступенями по 0,2 ± 0,05 *неп*.

При необходимости, вместо электродинамического, может быть включён высокоомный электромагнитный громкоговоритель, для чего на выходе второго каскада имеются соответствующие отводы от вторичной обмотки междулампового трансформатора.

Зависимость входного сопротивления усилителя от частоты представлена в табл. 144.

Таблица 144

Входное сопротивление усилителя приёма стойки *90*

Частота в *гц*	300	800	2 400
ом	4 750	4 450	3 950
. . . . .	—6	—6	—4

Величина входного сопротивления схемы стойки при включённом в линию усилителе приёма составляет не менее 7 000 *ом* во всём диапазоне частот.

Данные об источниках тока приведены в табл. 140.

Посылка тока обратного управления осуществляется от вызывной батареи. Напряжение смещения на сетки лами выходного каскада усилителя приёма подаётся от отдельной специальной батареи, а на сетки всех остальных лами — автоматически с сопротивлений, включённых в цепи накала. При питании анодных и местных цепей от общих батарей ЛАЗ (24 и 220 *в*) в соответствующие цепи должны быть включены дополнительные сопротивления.

Размеры стойки даны в табл. 139.

Промежуточная трансляция дорожной диспетчерской связи для стальных цепей (изделие 83/84 завода Транссвязь) применяется на цепях дорожной и магистральной связи совещаний и на цепях дорожной диспетчерской связи (фиг. 170).

В комплект входят две стойки: стойка усилителей (*83*) и релейная стойка (*84*). Первая из указанных стоек та же, что и применяющаяся в изделии *83/87* (см. выше). Схема релейной стойки *84* отличается от схемы релейной стойки *87* тем, что первая рассчитана на трансляцию обратного селекторного вызова и обратного управления, а также снабжена устройствами для подключения линии местного абонента, чего в схеме стойки *87* не предусмотрено.

Данные об источниках тока, необходимых для питания трансляции, приведены в табл. 140; габариты трансляции даны в табл. 139.

СВЯЗЬ СОВЕЩАНИЙ

Для магистральной связи совещаний используют каналы магистральной и дальней дорожной телефонной связи. Для дорожной связи совещаний используют каналы дальней внутридорожной связи или, как это практикуется на некоторых дорогах, сеть связи ДГП, с прекращением работы последней на время совещания.

Первоначально связь совещаний работала по каналам тональной частоты с использованием оконечной и промежуточной аппаратуры симплексной связи (фиг. 171).

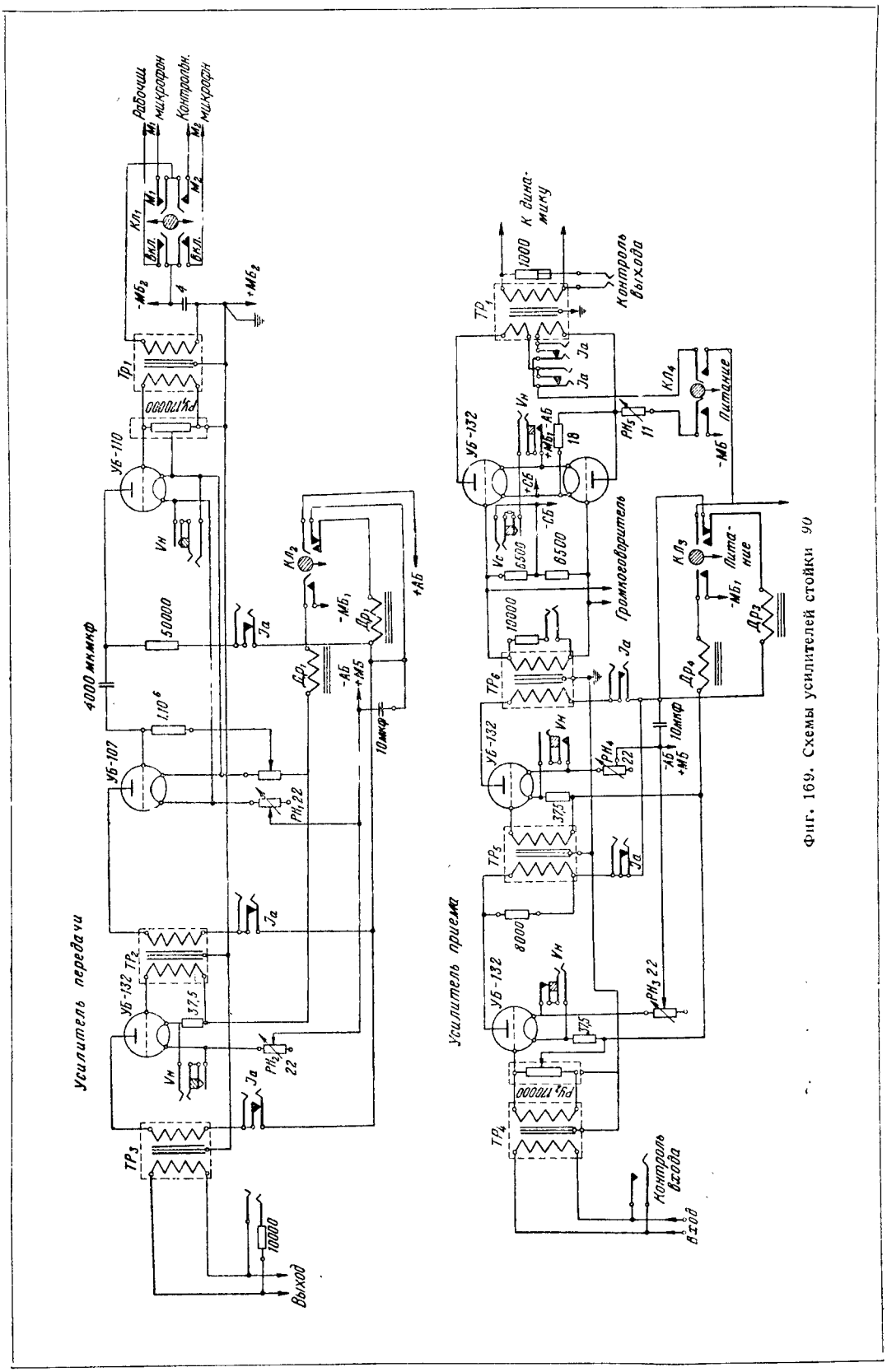
Для проведения совещаний в управлениях дорог и в отделениях устраиваются специальные студии — комнаты с особой драпировкой стен, предотвращающей отражение от них звуков. Студии оборудуются усилительными установками, микрофонами, громкоговорителями и кнопками управления.

Дорожная связь совещаний работает по распорядительной схеме.

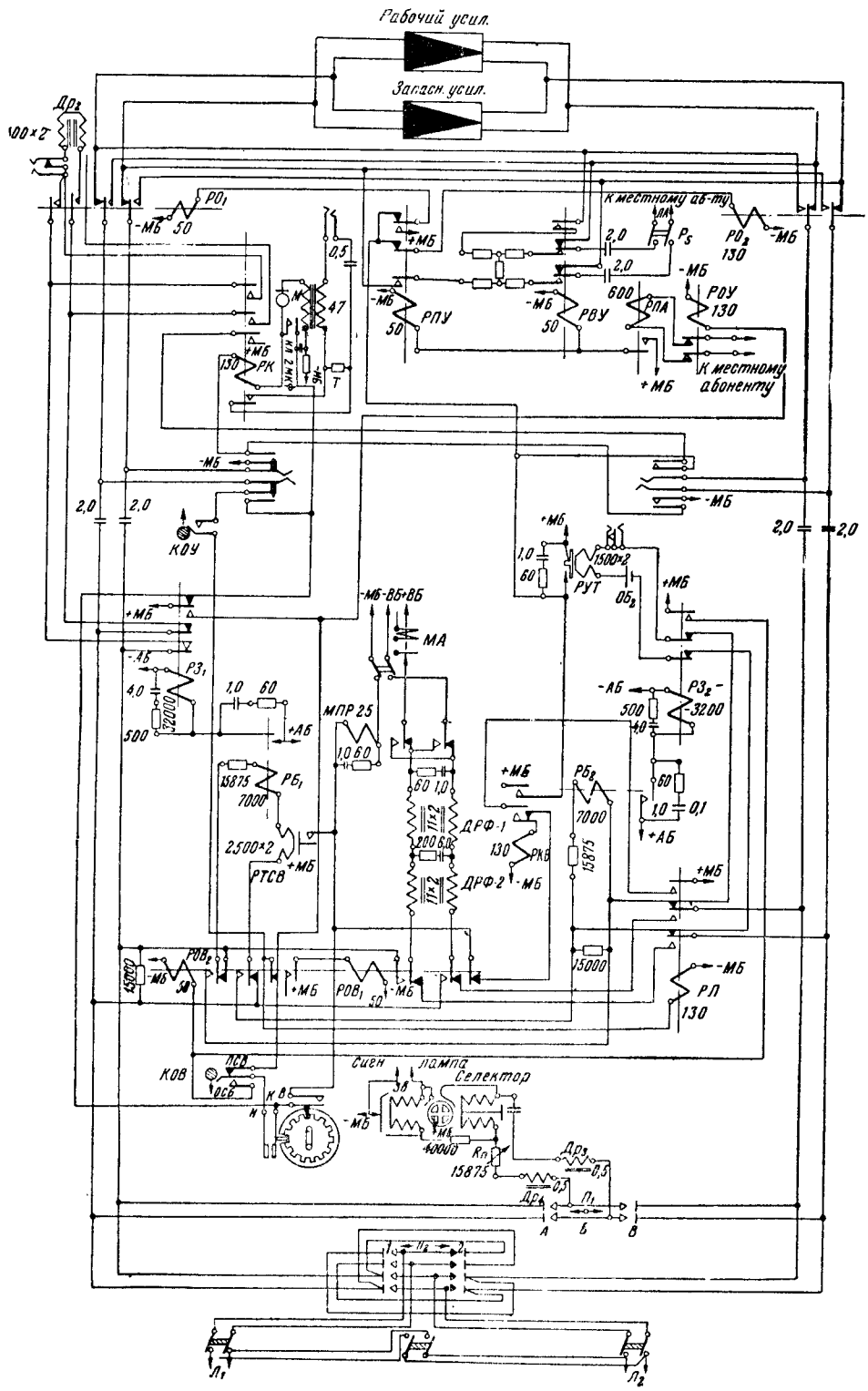
Перед проведением совещания занимаемые под связь совещаний цепи дорожной связи переключаются в управлениях дорог и на всех промежуточных пунктах, которые должны участвовать в совещании, в студии. После переключения производится техническая проверка исправности всех устройств связи совещаний.

Избирательный вызов на сети связи совещаний не применяется. В процессе работы этой связи, а также в процессе её технической проверки вызов необходимых пунктов и лиц осуществляется только голосом.

После окончания совещания аппаратура установки управления дороги и промежуточных пунктов выключается и цепи передаются обратно на коммутаторы или под связь ДГП.



Фиг. 169. Схемы усилителей стойки 90

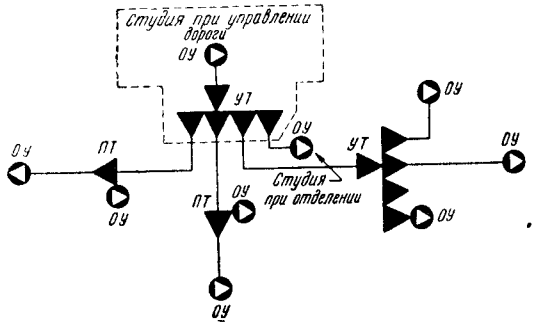


Фиг. 170. Схема стоек *83/84*

Магистральная связь совещаний работает также по распорядительной схеме. Поскольку распорядительной станцией в данном случае будет МПС, то перед проведением совещания оконечные усилители всех управлений дорог, которые должны участвовать в совещании, переключаются на работу по исполнительной схеме.

В магистральном совещании, проводимом МПС, могут участвовать управления всех дорог или только часть из них. Кроме управлений дорог, при необходимости в магистральном совещании могут участвовать и отделения дорог и крупные железнодорожные узлы.

В некоторых случаях в сеть связи совещаний включаются также и цепи постанционной и линейно-путевой связи (только с правом слушания, так как устройств для управления усилителями аппараты этих цепей не имеют). Такие широкие общесетевые совещания организуются в некоторых особых случаях, как, например, при проведении директивных докладов о подготовке к зиме, подготовке к массовым перевозкам и т. д. Кроме того, сеть связи совещаний с подключением цепей постанционной и линейно-путевой связи используется для передачи всему многомиллионному коллективу работников железнодорожного транспорта особо важных правительственных сообщений и выступлений членов правительства. Традиционным стало транслирование по расширенной сети связи совещаний торжественного заседания и концерта из Москвы в Сталинский день железнодорожника.



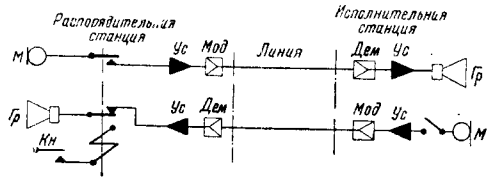
Фиг. 171. Скелетная схема связи совещаний

В процессе эксплоатации системы связи совещаний по каналам тональной частоты с симплексными усилителями выявился ряд недостатков этой системы (неустойчивая работа цепей прямого и обратного управлений, наличие большого количества контактов реле в разговорных цепях, большое время замедления работы переключающих реле на длинных линиях, увеличение уровня помех благодаря параллельному включению многих телефонных каналов тональной частоты и другие).

В результате выявления всех перечисленных выше недостатков были предложены новые способы организации связи совещаний, основанные на применении телефонных каналов высокой частоты.

В результате опытной эксплоатации этих способов была разработана новая система связи совещаний, получившая в настоящее время применение на ряде направлений.

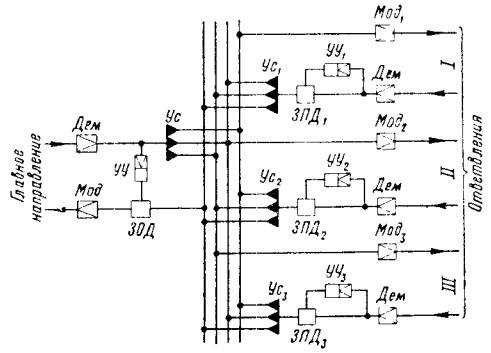
Новая система связи совещаний построена по четырёхпроводной схеме с применением телефонных каналов высокой частоты. В простейшем случае для одного неразветвлённого направления схема связи имеет вид, изображённый на фиг. 172.



Фиг. 172. Принципиальная схема новой системы связи совещаний

Как видно из схемы, связь в обоих направлениях осуществляется без применения токов прямого и обратного управления. Отсутствие прямого и обратного управления делает систему весьма устойчивой и надёжной в эксплоатации.

В том случае, когда от канала высокой частоты, по которому производится передача связи совещаний, необходимо сделать параллельное ответвление в каком-либо пункте на местную станцию или на другой ответвляющийся канал высокой частоты, применяются схемы, аналогичные изображённой на фиг. 173, на которой показана схема для узла на четыре направления.



Фиг. 173. Схема узла связи совещаний на четыре направления

Характерной особенностью этой схемы является то, что в ней выделение ответвлений производится при помощи разделительных усилителей *Ус*. Эти усилители служат для разделения каналов передачи и приёма главного направления и ответвлений, для предотвращения возможности круговой генерации в системе связи совещаний и для компенсации затухания, возникающего вследствие параллельного включения усилителей в пункте разветвления.

Важным преимуществом новой схемы является полное отсутствие в ней всяких переключающих устройств (реле) в промежуточ-

ных пунктах, благодаря чему повышаются устойчивость и надёжность действия и улучшается качество связи (вследствие отсутствия треско в и шумов, возникающих при работе реле, включённых в разговорные цепи).

Параллельное соединение многих каналов в одну общую цепь при любой схеме включения приводит к увеличению шумов, прослушивающихся в пунктах приёма, вследствие суммирования шумов, поступающих из отдельных линий. В новой системе связи совещаний это нежелательное явление устранено путём включения в цепи приёма на выходе каждого демодулятора исполнительного направления заградительного блока прямого действия (*ЗПД*), который при отсутствии передачи с данной линии находится в закрытом состоянии и открывается только при поступлении разговорного тока с данной линии.

Открытием и закрытием заградительного блока управляет особое «управляющее устройство» (*УУ*), которое преобразует переменное напряжение разговорного тока в постоянное напряжение, управляющее работой *ЗПД*.

Заградительный блок по принципу действия и устройству почти ничем не отличается от эхо заградителей, применяющихся в установках дальней телефонной связи.

При перебое со стороны распорядительной, командной станции передача во встречном направлении запирается заградительным блоком обратного действия (*ЗОД*), который отличается от *ЗПД* только местом своего включения в схему аппаратуры связи совещаний.

Аппаратура связи совещаний для работы по каналам тональной частоты. В качестве студийных оконечных усилителей применяют преимущественно стойки *90*. В качестве промежуточных усилителей применяют симплексные промежуточные и узловые усилители завода Транссвязь (изделия *81/84*, *83/84*, *85/86* и *98/99*).

Характеристика стоек *90* и *83/84* приведена в предыдущем разделе.

Промежуточная трансляция дорожной диспетчерской связи и связи совещаний для цветных цепей *81/84* применяется главным образом на цепях магистральной связи совещаний (фиг. 173).

В комплект входят две стойки: стойка усилителей (*81*) и релейная стойка (*84*); последняя аналогична применяющейся в изделии *83/84* (см. выше).

Усилителей два — рабочий и резервный, ничем друг от друга не отличающихся. Каскад предварительного усиления работает на лампе типа УБ-107, а выходной каскад — на лампе типа УБ-132.

Входное сопротивление усилителя соответствует среднему значению волнового сопротивления цветных цепей (медь и биметалл).

Частотная зависимость величины входного сопротивления усилителя показана в табл. 145, а величины усиления усилителя — в табл. 146.

Регулятор усиления имеет 10 положений и даёт возможность изменять усиление в пределах 2 *неп* ступенями по 0,2 *неп*.

В остальном усилитель стойки *81* не отличается от усилителя стойки *83*.

Таблица 145

Входное сопротивление усилителя стойки *81*

Частота в *гц*	300	800	2 400
Z ом	985	880	690
$\varphi°$	—23	—13	—3

Таблица 146

Зависимость усиления усилителя стойки *81* от частоты

Частота в *гц*	300	800	1 400	2 400
Усиление в *неп* . . .	2,1	2,35	2,50	2,55

Данные об источниках тока, необходимых для питания усилителя, приведены в табл.140; габариты стоек даны в табл. 139.

Узловые трансляции для работы по проводам из цветного металла и по стальным проводам *85/86* и *98/99*. Применяются на цепях дорожной и магистральной связи совещаний, а также для дорожной диспетчерской связи.

Комплект из стоек *85/86* предназначен для работы на стальных цепях и рассчитан на четыре выхода.

На стойке *85* (релейная стойка) находятся приборы управления трансляцией для трёх исполнительных и одного распорядительного направления. Трансляция допускает посылку вызова по каждому направлению. Нормально на вход предварительного усилителя подаётся линия распорядительного направления. При передаче со стороны исполнительного направления соответствующая линия подаётся на вход предварительного усилителя, а линия распорядительного направления переключается на выход вместо ведущего передачу исполнительного направления.

Трансляция имеет абонентский выход, к которому подключается местная установка. При передаче линия абонента включается на вход усилителя через удлинитель в 1 *неп*.

На стойке *86* находится усилитель, имеющий два каскада предварительного усиления и четыре выходных каскада, из которых три предназначены для линий исполнительных направлений и один для линии местного абонента (фиг. 174). Во всех каскадах применены лампы типа УБ-132 (всего 6 ламп).

Данные о необходимых для питания трансляций источниках тока даны в табл.140.

Узловой усилитель *98/99*, комплектуемый из стоек *98* (усилительная) и *99* (релейная), предназначен для работы по цветным цепям.

В отличие от узлового усилителя *85/86* каскад предварительного усиления в изделии *98/99* работает на одной лампе. В остальном между обоими типами узловых усилителей принципиальных различий не имеется.

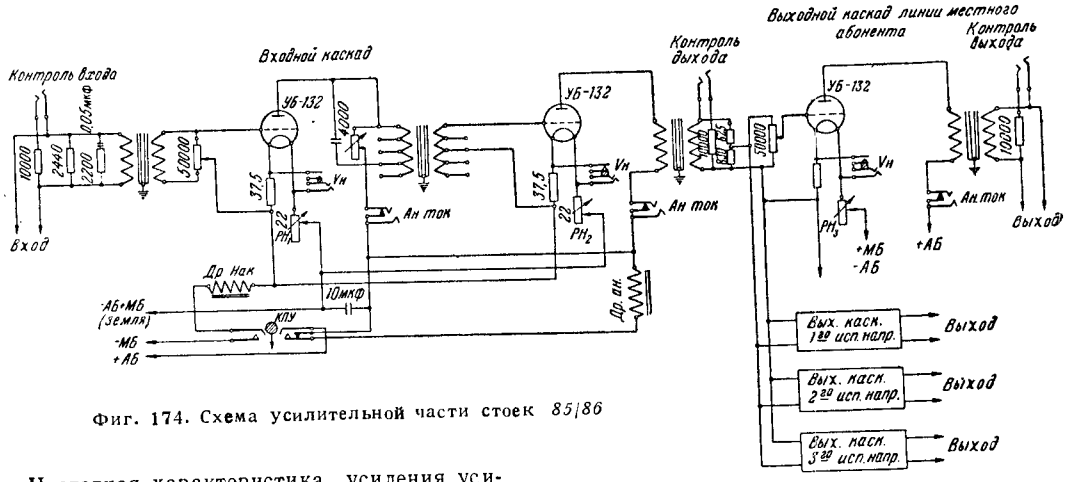
Комплект источников тока необходим такой же, как и для усилителя *85/86*. Данные о потреблении электроэнергии для питания усилителя приведены в табл. 140.

Значения входного сопротивления узловых усилителей приведены в табл. 147.

Таблица 147

Входное сопротивление узловых усилителей

Тип усилителя (№ стойки)		Частота в *гц* 300	800	2 400
98	Z ом	860	730	700
	φ°	−37	−16	−4
86	Z ом	1 670	1 400	1 092
	φ°	−22	−19	−11



Фиг. 174. Схема усилительной части стоек *85/86*

Частотная характеристика усиления усилителей приведена в табл. 148.

Таблица 148

Зависимость усиления узловых усилителей от частоты

Тип усилителя (№ стойки)		Частота в *гц* 300	800	1 400	2 400
S *неп*	98	2,70	2,90	2,90	2,86
	86	3,15	3,20	3,20	3,15

Каждый усилитель имеет регулятор усиления на 10 положений, который даёт возможность изменять усиление в пределах 2 *неп* ступенями по 0,2 *неп*.

Габариты узловых трансляцнй даны в табл. 139.

Узловая симплексная телефонная трансляция связи совещаний и связи ДГП типа УТ-1 предназначена для оборудования узловых трансляционных пунктов и может работать как на стальных, так и на цветных цепях.

Трансляция *УТ-1* имеет четыре выхода — один к распорядительному и три — к исполнительным пунктам и обеспечивает двустороннее усиление токов разговорной частоты, транслирование избирательного вызова и токов прямого (со стороны исполнительных направлений) и обратного управления (со стороны распорядительного направления).

В конструктивном отношении *УТ-1* оформлена аналогично стойке *СПД-5* и трансляцням *ПТ-1* и *СТ-1*.

Все реле, кроме *МПР*, *РУТ-2*, *РУТ-3*, *РУТ-4* и *РТСВ*, применены типа КДР и РКАМ.

Трансляцня снабжена устройством для контроля трансляирования избирательного вызова, а также контрольно-переговорным устройством, дающим возможность осуществлять посылку вызова в сторону исполнительных направлений, ведение переговоров со стойки с посылкой прямого и обратного управления, контроль работы усилителя, контроль величины напряжения и тока в различных цепях трансляции.

Для усиления разговорных токов трансляция имеет один симплексный усилитель того же типа, что и применяющийся в *СПД-5* и *ПТ-1* (см. стр. 690).

Блок питания *УТ-1* при напряженни питающей сети переменного тока 220 *в* и частоте 50 *гц* обеспечивает следующие номинальные значения питающих напряжений: цепи накала 24 ± 1,2 *в* переменного тока при нагрузке 0,45 *а*; цепи анода 220 ± 22 *в* постоянного тока при нагрузке 25 *ма*; цепи вызова 220, 160 или 120 *в* постоянного тока с отклонением ± 10% при нагрузке 120 *ма*; цепи МБ 24 ± 2,4 *в* постоянного тока при нагрузке 300 *ма*.

Размеры стойки *УТ-1* прнведены в табл. 139.

ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ АППАРАТУРЫ ИЗБИРАТЕЛЬНОЙ СВЯЗИ

Усилительная аппаратура снмплексной избирательной связи (стойки *ПТ-1*, *УТ-1*, *83/84* и др.), а также стойки распорядительных станций избирательных связей, как

правило, устанавливаются в ЛАЗ узлов связи и монтируются аналогично тому, как монтируется другая, устанавливаемая в ЛАЗ, аппаратура.

Распорядительные станции диспетчерской связи при установке их более трёх в одном пункте резервируются одной однотипной установкой. Кроме того, в таких случаях предусматривается коммутационное устройство для быстрой замены повредившейся стойки — резервной.

Аппаратура связи совещаний может быть установлена как в ЛАЗ, так и в отдельном помещении, смежном со студией связи совещаний, называемом аппаратной. Между аппаратной, студией и ЛАЗ должна иметься сигнализация о передаче каналов и прямая телефонная связь.

Студийные усилительные установки в помещениях аппаратных монтируются по тем же правилам и нормам, какие приняты для ЛАЗ.

Студийные микрофоны устанавливаются на столах с соблюдением мероприятий по амортизации и снабжаются кнопками для включения на время ведения передачи. Микрофонов и кнопок, как правило, устанавливается два-три комплекта, что необходимо для создания наибольших удобств для лиц, участвующих в проводимых из студии совещаниях.

Громкоговорители располагаются в студиях с таким расчётом, чтобы возможность акустической связи между ними и микрофонами была минимальной.

Монтаж в студии выполняется, как правило, скрытой проводкой (в стенах или под драпировкой), монтаж в аппаратной — по правилам монтажа линейно-аппаратных залов. Монтаж цепей низкого уровня (например микрофонных) должен выполняться экранированным проводом, в качестве которого могут быть, например, применены кабели РВЧС-60, а также кабели РД. При отсутствии кабелей можно применять, что менее желательно, провод ПР в тонкостенных металлических трубках. В каждую трубку закладывается два перевитых провода; оболочки трубок тщательно пропаивают и заземляют.

Цепи высокого уровня могут выполняться как экранированными кабелями, так и проводом ПР. В последнем случае провода должны обязательно свиваться и прокладываться в тонкостенных металлических трубках. Применение невитых кабелей без металлической оболочки не допускается. Для цепей высокого напряжения могут применяться любые провода, рассчитанные на данное рабочее напряжение.

В аппаратную студии должны быть введены два отдельных заземления, из которых одно (грозозащитное) должно иметь сопротивление не более 25 *ом*, а другое (для заземления каркасов и корпусов аппаратуры) — не более 4 *ом*.

Аппаратура промежуточных пунктов избирательной связи располагается в надлежащих помещениях (в помещениях ДСП, у станционных диспетчеров и т. п.) следующим образом. Вводной щиток с рубильниками и приборами защиты устанавливается на стене в непосредственной близости от места ввода проводов. Селекторный ящик располагается под вводным щитком на высоте 1,5—2,0 *м* от уровня пола. Телефонный аппарат в большинстве случаев ставится на столе. Источники питания помещаются на полу, в деревянном ящике, в месте, защищённом от чрезмерного воздействия со стороны приборов отопления и от наружных дверей. Для монтажа внутренней проводки наиболее подходящими являются провода ВРГ, а также ПР при условии прокладки в трубках.

ЭЛЕМЕНТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦЕПЕЙ ИЗБИРАТЕЛЬНОЙ СВЯЗИ

Общие указания и исходные нормативы

При проектировании цепей избирательной связи производятся следующие расчёты:

а) поверочный расчёт качества передачи (расчёт рабочего затухания);

б) расчёт дополнительных сопротивлений к селекторам промежуточных аппаратов;

в) расчёт напряжения вызывной батареи распорядительной станции или трансляционного пункта.

Кроме того, для цепей постанционной и линейно-путевой связи рассчитывается напряжение вызывных батарей, устанавливаемых в промежуточных пунктах.

Официально утверждённых норм передачи для цепей избирательной и симплексной связи в настоящее время не имеется.

В связи с этим, а также принимая во внимание, что выпускаемая промышленностью аппаратура полностью не удовлетворяет всем требованиям эксплуатации, приводимые ниже нормативы следует считать временными (ориентировочными), рассчитанными для использования применительно к работающей на сети аппаратуре и относящимися к связям по воздушным линиям.

Наибольший уровень передачи по каналам избирательной связи всех видов для всех передаваемых частот не должен быть выше + 0,6 *неп*.

Наименьший уровень приёма для частоты 800 *гц* не должен быть ниже—2,9 *неп* для цепей диспетчерской связи и—2,2 *неп* для цепей постанционной и линейно-путевой связи.

Полоса эффективно передаваемых частот по всем каналам избирательной и симплексной связи должна заключаться в следующих пределах:

а) для цветных цепей 300 ÷ 2 400 *гц*;

б) для стальных цепей 300 ÷ 2 000 *гц*.

Рабочее затухание всех трансляционных участков цепей диспетчерской связи, организованных по каналам тональной частоты, должно быть одинаковым и равным 2,2 *неп* при частоте 800 *гц*. При меньшем затухании в соответствующие цепи включаются удлинители.

Усилительные пункты симплексной связи должны, как правило, совпадать с усилительными пунктами дальней телефонной связи по каналам тональной частоты.

Рабочее затухание цепи постанционной связи при разговоре между двумя любыми промежуточными или оконечными пунктами

данного круга не должно превышать 2,8 *неп* при частоте 800 *гц*.

Во всех случаях рабочее затухание определяется для условий: лето, сыро, $t = 20°$ С.

При расчётах должно учитываться затухание, вносимое в разговорные цепи переходными трансформаторами и дифференциальными дросселями, устанавливаемыми для наложения телеграфной работы.

Переходное затухание между цепью избирательной или симплексной связи и любой другой телефонной цепью не должно быть ниже 8,5 *неп*.

Величина тока, протекающего через селектор при посылке избирательного вызова, не должна быть меньше 3 *ма*, что соответствует напряжению на зажимах промежуточной или оконечной установки (аппарата или усилительной станции) избирательной или симплексной связи, равному 60 *в*.

Напряжение батареи, применяемой для посылки избирательного вызова, не должно превышать 160 *в*.

для аппарата, находящегося в наихудших условиях по затуханию в предположении циркулярной передачи.

Для участка, не имеющего ответвления, расчёт производится по формуле

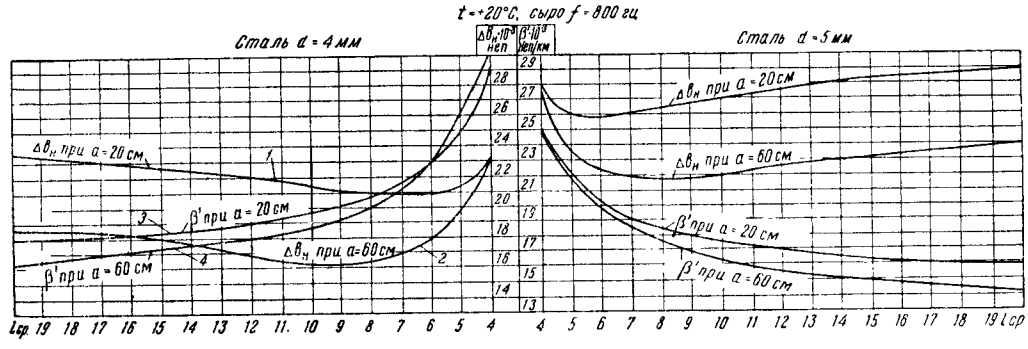
$$b_p = \beta' l + \Delta b_н + 0{,}1 + \beta_к l_к,$$

где β' — километрическое затухание линии эквивалентной цепи диспетчерской связи при циркулярном разговоре;

l — расстояние от распорядительного пункта до наиболее удалённого аппарата в *км*;

$\beta_к$ и $l_к$ — соответственно километрическое затухание и длина кабельной вставки.

Величины β' и $\Delta b_н$ определяются в зависимости от диаметра проводов, расстояния между проводами и среднего расстояния между аппаратами $l_{ср}$ по кривым фиг. 175; $l_{ср} = \frac{l}{N}$, где N — число включённых промежуточных аппаратов.



Фиг. 175. Кривые для определения β' и $\Delta b_н$

Величина тока прямого управления в обмотке реле прямого управления не должна быть ниже 5 *ма*. Напряжение батареи прямого управления для всех без исключения случаев должно быть равным 60 *в*; при этом напряжении указанная выше норма для величины тока в цепи реле прямого управления будет выдержана даже в наиболее тяжёлых условиях работы.

Величина тока в цепи реле обратного управления при посылке тока обратного управления не должна быть ниже 10 *ма*.

Величина тока в цепи реле приёма вызова на распорядительной станции постанционной связи при посылке вызова с промежуточного пункта не должна быть ниже 5 *ма*.

Электрические нормы передачи по каналам магистральной и дорожной связи совещаний ничем не отличаются от норм передачи для прямой магистральной и дорожной телефонной связи по каналам тональной и высокой частоты.

Расчёт качества передачи по цепям диспетчерской связи

Рабочее затухание цепи между распорядительной диспетчерской станцией и любым абонентом при циркулярном или индивидуальном разговоре не должно превышать 3,5 *неп* при частоте 800 *гц*. Расчёт ведётся

В пункте установки распорядительной станции любое число аппаратов учитывается в величине N как один аппарат.

Для участка, имеющего ответвления, расчёт рабочего затухания производится по формуле

$$b_p = \beta' l + \Delta b_н + \beta_к l_к + \Delta b_{01} + \Delta b_{02} + \ldots + \Delta b_{от}.$$

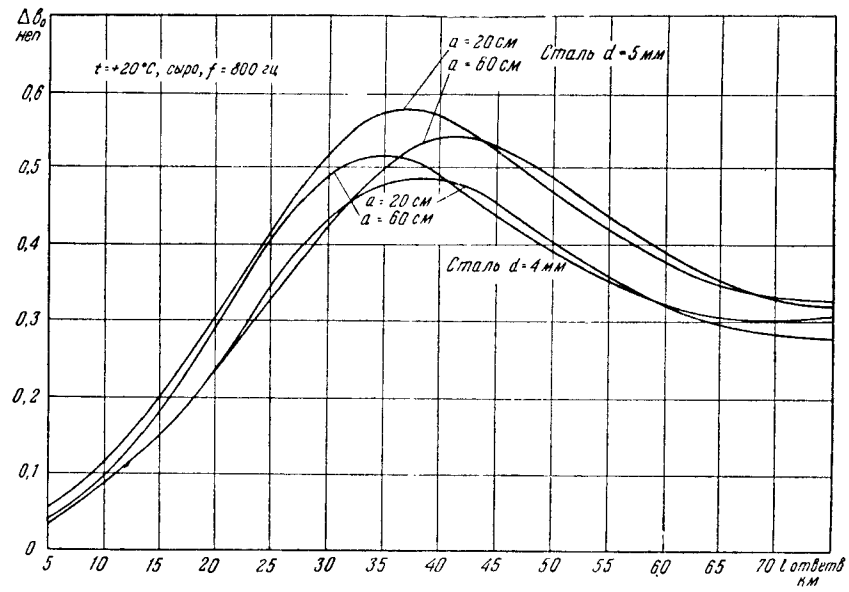
Величины β' и $\Delta b_н$ определяются как для участка, не имеющего ответвления; l — расстояние от распорядительного пункта до наиболее удалённого аппарата на самой длинной ветви;

$\Delta b_{от}$ — затухание, вносимое ответвлением, определяется в зависимости от длины ответвления, диаметра проводов и расстояния между проводами по кривым фиг. 176.

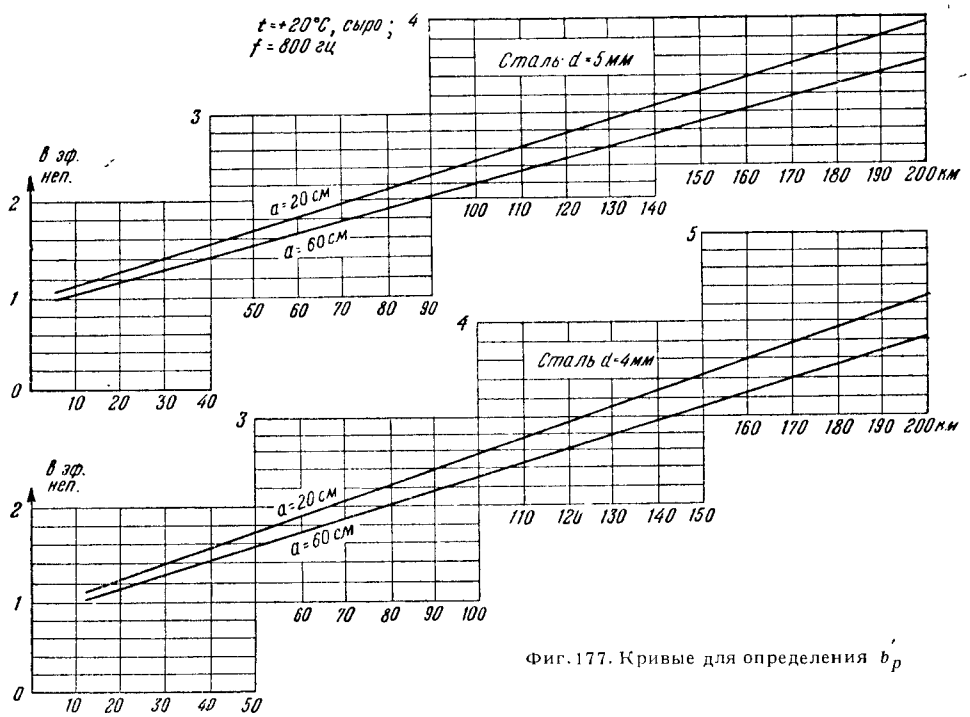
При расположении распорядительного пункта в середине участка расчёт производится как для цепи, имеющей ответвление, причём за ответвление принимается более короткое плечо.

В тех случаях, когда затухание участка превышает 3,5 *неп*, необходимо устанавливать трансляцию (промежуточный усилитель). Рабочее затухание от распорядительной станции до трансляции

$$b_p = b'_p + 0{,}02N,$$



Фиг. 176. Кривые для определения $\Delta b_{от}$



Фиг. 177. Кривые для определения b_p'

где N — число селекторов на участке между распорядительным пунктом и трансляцией;

b_p' определяется в зависимости от длины трансляционного участка, диаметра проводов и расстояния между проводами по кривым фиг. 177.

Расчёт рабочего затухания при индивидуальном разговоре производится аналогично расчёту качества передачи для цепи постанционной связи.

При наличии ответвлений необходимо учитывать величину $\Delta b_{от}$, как указывалось выше.

Расчёт качества передачи по цепям постанционной связи

Рабочее затухание цепи постанционной связи определяется между распорядительным пунктом и аппаратом, находящимся в наиболее плохих условиях по затуханию в предположении индивидуального разговора.

Расчёт ведётся по формуле

$$b_p = b_1 + b_2,$$
$$b_1 = \beta l_1,$$
$$b_2 = f(l_2),$$

где l_1 — расстояние от начала линии до аппарата, для которого ведётся расчёт;

l_2 — расстояние от аппарата, для которого ведётся расчёт, до конца линии;

βl_1 и $f(l_2)$ определяют в зависимости от диаметра проводов, расстояния между проводами и длин l_1 и l_2 по кривым фиг. 178.

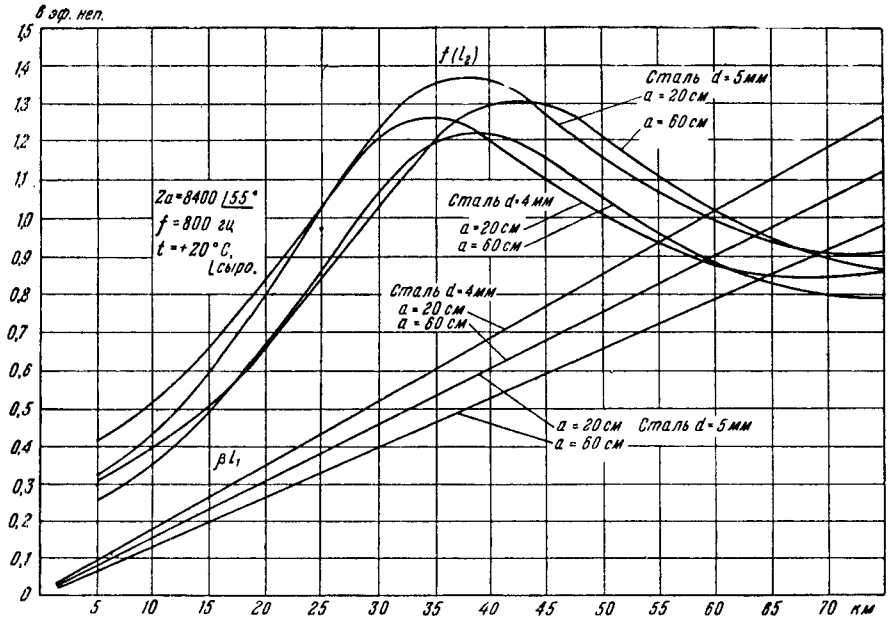
Если на какой-либо станции установлено несколько аппаратов, то все они получают разные номера, но расчёт дополнительного сопротивления делается только для первого из них. Такое сопротивление устанавливается на всех аппаратах.

При наложении телеграфной работы расчёт ведётся в следующем порядке:

а) определяют величину $R_д$ без учёта наложения телеграфной работы, как указывалось выше;

б) определяют эквивалентное число селекторов K, соответствующее диференциальному дросселю

$$K = \frac{R_c + R_д}{R_{дp}},$$



Фиг. 178. Кривые для определения βl_1 и $f(l_2)$

Расчёт дополнительных сопротивлений в цепях селекторов

Расчёт дополнительных сопротивлений производится по номограмме, приведённой на фиг. 179.

Если круг диспетчерской или постанционной связи не имеет ответвлений и на нём нет наложения телеграфной работы, то определение величин дополнительных сопротивлений проводится в следующем порядке:

а) нумеруются, начиная с конца, все селекторные аппараты, включённые в данную цепь, и записывается расстояние всех пунктов от конца последней;

б) при помощи линейки соединяется номер данного аппарата по левой шкале n номограммы с цифрой по правой шкале l, указывающей, на каком расстоянии в километрах этот аппарат расположен (от конца цепи);

в) величина дополнительного сопротивления $R_д$ находится по средней шкале: при стальных 5-*мм* проводах — на левой стороне, при 4-*мм* — на правой.

где R_c — 20 000 *ом* — сопротивление селектора;

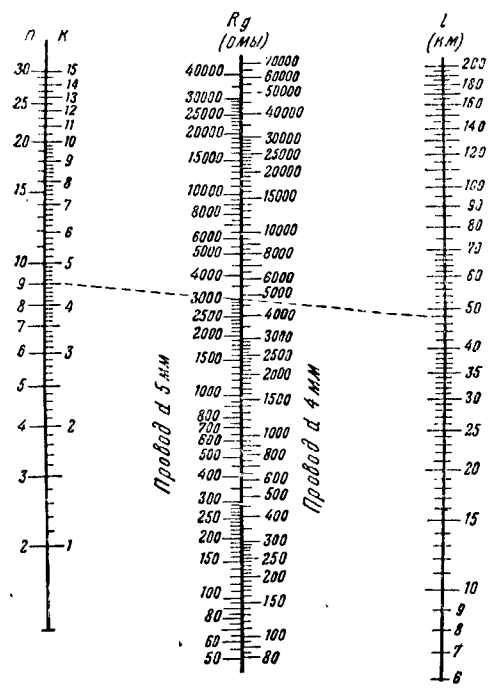
$R_д$ — дополнительное сопротивление в цепи селектора, находящегося в месте включения диференциального дросселя;

$R_{дp}$ — сопротивление диференциального дросселя с дополнительным сопротивлением;

в) для всех аппаратов, расположенных между распорядительной станцией и местом включения диференциального дросселя, дополнительное сопротивление должно быть увеличено на величину $\Delta R_д$, которое находят по той же номограмме. Для этого линейкой соединяется величина K на левой шкале с величиной l на правой, соответствующей расстоянию от места включения диференциального дросселя до данного аппарата.

При наличии в цепи ответвлений для аппаратов, расположенных между распорядительной станцией и местом ответвления, дополнительное сопротивление $R_д$, определённое без учёта ответвления, должно быть

увеличено на $\Delta R_д$ (определяемое, как и при диференциальном дросселе); при этом величина K берётся равной числу аппаратов в ответвлении, а l—расстоянию от места ответвления до данного аппарата.



Фиг. 179. Номограмма для определения дополнительных сопротивлений в цепях селекторов

Для аппаратов ответвления расчёт дополнительных сопротивлений производится по той же номограмме (как для линии без ответвлений), начиная с конца, до аппарата, расположенного в точке ответвления. Таким образом, для этого аппарата получим две величины дополнительного сопротивления: при расчёте по основной линии и при расчёте по ответвлению. Разность этих двух величин должна быть прибавлена к величинам $R_д$ всех аппаратов ответвления, полученным по номограмме.

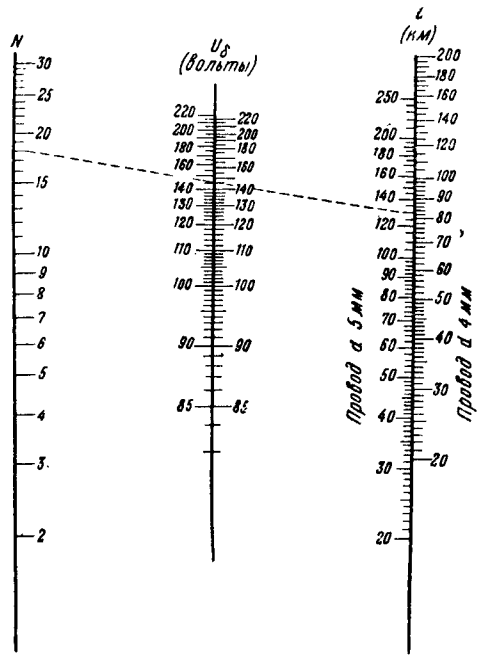
Расчёт напряжения вызывных батарей для распорядительных станций и трансляционных пунктов

Расчёт напряжений вызывных батарей производится по номограммам, показанным на фиг. 180 и 181.

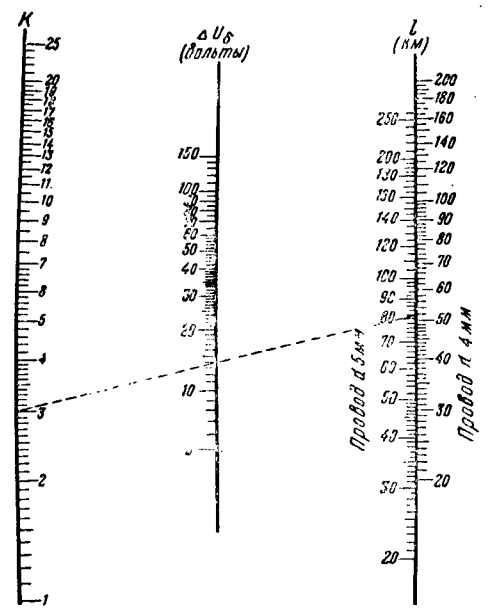
Для линии без ответвлений и без наложения телеграфной работы необходимое напряжение вызывной батареи находится по номограмме (фиг. 180) в следующем порядке:

1) линейкой соединяется число включённых в цепь аппаратов N на левой шкале номограммы с величиной длины цепи l на правой шкале. Последняя цифра берётся по правой стороне этой шкалы для проводов диаметром 4 *мм* и по левой стороне для проводов диаметром 5 *мм*;

2) по средней шкале $U_б$ находится величина требуемого напряжения вызывной батареи. При этом, если линия оборудована типовой аппаратурой завода Транссвязь с максимальной величиной дополнительного сопротивления в цепи селектора 15 875 *ом*, то величина напряжения прочитывается по



Фиг. 180. Номограмма для определения напряжения вызывных батарей (линия без ответвлений и без наложения телеграфной работы)



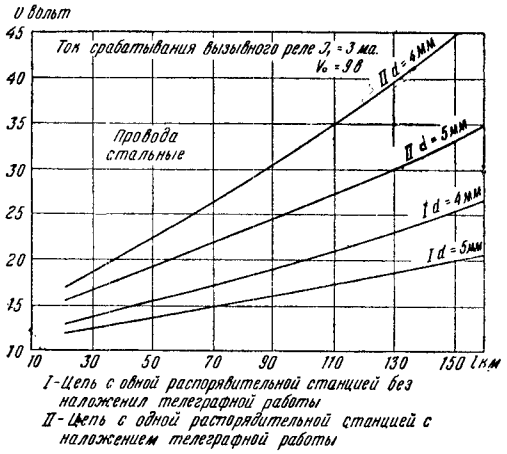
Фиг. 181. Номограмма для определения напряжения вызывных батарей (линия с ответвлениями и с наложением телеграфной работы)

правой стороне шкалы; если же на всех аппаратах величины дополнительных сопротивлений соответствуют расчётным,—то по левой.

При наличии ответвлений или дифференциальных дросселей полученное по номограмме (фиг. 180) напряжение должно быть увеличено на $\Delta U_б$, определяемое по номограмме (фиг. 181). Здесь по шкале K берётся число аппаратов ответвления или эквивалентное число селекторов, соответствующее дифференциальному дросселю, l — расстояние от распорядительной станции до места ответвления или до места включения дросселя.

Расчёт напряжения вызывной батареи промежуточного аппарата постанционной связи

Этот расчёт производится по кривым, приведённым на фиг. 182, где на оси l нанесены расстояния от распорядительной станции до



Фиг. 182. Кривые для определения напряжения вызывных батарей промежуточного аппарата постанционной связи

промежуточного пункта, а на оси U — требующееся напряжение. При расчётах следует учитывать диаметр проводов и наличие наложения телеграфной работы.

Общие сведения о проектировании студий

Основными условиями хорошей слышимости в студии являются:

1) достаточная громкость передачи, что достигается применением усилительных устройств, выбором надлежащей мощности и количества громкоговорителей и правильной их расстановкой;

2) отсутствие эхо и шума, что достигается проведением ряда мероприятий, направленных на усиление звукоизоляции студии и снижение времени реверберации[1].

В процессе проектирования студий производится расчёт времени реверберации и суммарной акустической мощности громкоговорителей. С этими достаточно сложными расчётами можно ознакомиться в специальной литературе.

Оптимальное время реверберации для студий принимается равным 0,45—0,50 сек.

К звукоизоляции студий предъявляются повышенные требования. Уровень проникающих извне шумов не должен превышать 10—15 *дб*.

В стене, разделяющей аппаратную и студию, должно быть контрольное окно. Устройство дверей непосредственно между этими помещениями не допускается.

Помещение студии должно быть прямоугольным.

Лучшим соотношением линейных размеров является 2,6 : 1,6 : 1,0. Соотношение сторон пола допускается от 1 : 1 до 1 : 2. Чрезмерно длинные и низкие помещения под студии непригодны.

Студия должна иметь надёжную естественную защиту от внешних помех, поэтому её необходимо изолировать от проникновения шума с улицы, со станционных путей и из соседних помещений; наиболее удобны для этой цели помещения, выходящие во дворы домов верхних этажей зданий. Наиболее уязвимыми местами в отношении звукоизоляции являются окна и двери. Звукоизоляция окон достигается устройством двойных, а в некоторых случаях тройных оконных рам с тщательной заделкой щелей войлоком или резиной. В дверях желательно наличие тамбура; вход должен быть занавешен тяжёлыми портьерами.

Студия должна иметь хорошую искусственную вентиляцию. Искусственное освещение должно составлять 100 *лкс* на горизонтальной плоскости, расположенной на расстоянии 1,0 *м* от пола.

Необходимое поглощение звука в студии, т. е. снижение времени реверберации, достигается посредством отделки стен и потолка различными звукопоглощающими материалами, в качестве которых рекомендуется применять безинерционные поглотители (например тканн), специальные акустические штукатурки и т. п. Заглушение при помощи тканей, не обработанных огнестойким составом, может быть допущено лишь как исключение.

Шторы на окнах и дверях, гардины, ковры и мягкая мебель заметно увеличивают общее звукопоглощение студии. Если применяемого поглотителя недостаточно для покрытия им всей поверхности стен и потолка, то последний можно оставить незаглушённым. Стены также могут быть покрыты неполностью; в этом случае должны чередоваться заглушённые и незаглушённые зоны, располагаясь несимметрично.

Заглушение стен за микрофоном (перед лицом или лицами, ведущими передачу) во всех случаях обязательно.

С увеличением расстояния между жёсткой, отражающей звук поверхностью и поверхностью звукопоглотителя коэфициент поглощения увеличивается, поэтому звукопоглощающие драпировки располагают на расстоянии около 20 *см* от дверей, окон, стен и потолка; материя укладывается в крупную складку с коэфициентом гофры — 2,

[1] Реверберация — появление побочного звука в закрытом помещении вследствие повторных отражений, после того как основной источник звука прекратил излучение. Время реверберации—время, за которое средняя плотность энергии звукового поля, после прекращения звучания основного источника звука, спадает до $1 \cdot 10^{-6}$ своей первоначальной величины—характеризует собой акустические условия помещения.

т. е. длина материи должна быть вдвое больше длины драпируемой поверхности.

Общая акустическая мощность устанавливаемых в студии громкоговорителей зависит от акустических свойств помещения и от его размеров. Для получения наиболее равномерного звукового поля определённую расчётом мощность не следует сосредоточивать в одном громкоговорителе; для этого следует применять несколько (3—4) громкоговорителей соответственно меньшей мощности.

В студии должен быть световой транспарант, сигнализирующий о включении микрофона. При включении микрофона всякого рода акустические сигналы должны выключаться. Телефон, включённый в местную ЦТС и предназначенный для обслуживания участников совещания, должен быть расположен вне студии, в одном из смежных с ней помещений.

Кабинеты поездных и других диспетчеров проектируются как студии, предназначаемые для ведения речевых передач, рассчитанных на нахождение в ней только одного человека. Объём такой студии должен составлять 30—60 $м^3$ (7,5—15 $м^2$ по площади пола).

ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ УСТРОЙСТВ ИЗБИРАТЕЛЬНОЙ СВЯЗИ

Техническое состояние устройств избирательной связи должно обеспечивать следующие основные качественные показатели работы цепей:

а) хорошую слышимость переговоров при отсутствии заметных помех;

б) чёткую работу приборов прямого и обратного управления;

в) быстрый вызов любого одного пункта, группы или всех промежуточных пунктов;

г) отсутствие ложных вызовов;

д) получение контроля вызова;

е) быстрое соединение и разъединение цепей смежных кругов поездной диспетчерской связи.

Для соблюдения указанных требований необходимо:

а) повседневное наблюдение за работой аппаратуры и линий;

б) немедленное устранение всех возникающих повреждений;

в) выполнение календарных планов профилактического осмотра и ремонта оборудования;

г) содержание помещений и оборудования оконечных и промежуточных пунктов, а также каналов связи в соответствии с техническими требованиями и нормами.

Календарные планы профилактического осмотра и ремонта оборудования составляются на год для каждого пункта старшим электромехаником и утверждаются начальником дистанции. В соответствии с годовым планом составляются квартальные и месячные планы.

В процессе текущего обслуживания распорядительных станций, оконечных усилителей и трансляций всех видов избирательной связи обслуживающий персонал обязан ежедневно проверять: а) напряжения местных, вызывных, анодных и микрофонных батарей; б) соответствие токов накала и анодных токов ламп усилителей установленным нормам; в) прохождение вызова, получение контроля и качество разговора со всеми промежуточными пунктами; г) состояние контактов *МПР*, линейного реле и зуммера; д) регулировку поляризованных реле; е) величины исходящих и входящих токов прямого и обратного управления; ж) качество работы микрофонов и громкоговорителей.

Один раз в месяц аппаратура должна подвергаться более тщательному осмотру и чистке с регулировкой реле. При этом производятся следующие работы: а) очистка от пыли всех приборов и монтажа; б) осмотр состояния паек и перепайка неисправных; в) проверка регулировки всех реле и очистка их контактов от нагара; г) проверка регулировки и укрепление вызывных ключей; д) чистка педалей и кнопок, проверка их регулировки, смазка оси педали, проверка прочности крепления педали к полу, исправности шнуров и перезаделка неисправных; е) замена износившихся частей.

Один раз в полгода должна производиться проверка усилителей со снятием всех относящихся к ним электрических характеристик.

Аппаратуру промежуточных пунктов рекомендуется проверять в следующие сроки: а) промежуточные пункты диспетчерской и постанционной связи — один раз в десять дней; б) промежуточные пункты линейно-путевой связи — один раз в месяц.

В процессе проверки аппаратуры производятся следующие работы: а) чистка аппаратуры; б) проверка качества слышимости; прохождения и контроля вызова; в) проверка исправности шнуров и перезаделка неисправных; г) проверка крепления и взаимодействия рычагов, контактов и других частей аппарата; д) чистка и регулировка контактов; е) проверка состояния и напряжения источников питания; ж) проверка состояния комнатной проводки и приборов защиты; з) проверка крепления аппаратуры к стенам; и) замена износившихся частей.

Перезарядка или замена микрофонных капсюлей должна производиться по мере надобности, но не реже, чем два раза в год.

При неправильной или недостаточно чёткой работе селектора последний должен быть отрегулирован в мастерской дистанции или на распорядительной станции опытным регулировщиком.

Напряжения батарей измеряют под нагрузкой (при снятой микротелефонной трубке, при включённом звонке и т. п.).

При осмотре комнатной проводки должно быть обращено внимание на надёжность крепления роликов, скоб, подрозетников и розеток, на отсутствие провисания проводов, исправность и чистоту желобов, качество заделки концов и плотность крепления их на зажимах, на отсутствие холодных скруток, исправность грозозащитных приборов и изоляционных покровов проводов.

Проверка вызова промежуточных станций с распорядительного пункта производится при пониженном на 25% напряжении вызывных батарей.

ДАЛЬНЯЯ СВЯЗЬ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ТЕКСТЕ И НА ЧЕРТЕЖАХ

АРУ — автоматическая регулировка уровня
АТ — автотрансформатор
БАТ — балансный автотрансформатор
БД — балансный (дроссельный или нижних частот) фильтр; если это обозначение сопровождается числом (например *БД*-2,8), то это число указывает предельную частоту фильтра
БДК — балансных фильтров комплект
БК — балансный контур
БИК — балансный искусственный кабель
БЛФ — балансных линейных фильтров комплект
БПТ — балансный переходной трансформатор
БУК — буферный усилительный каскад
В или *ВК* — амплитудный выравнивающий контур
Вп — выпрямитель
ВР — вызывное реле
в. ч. — высокая частота
Г — генератор
ГКК — генератор контрольного канала
ГКЧ — генератор контрольной частоты
ГН — генератор несущих частот
ГП — групповой преобразователь частоты
ГУ — групповой усилитель
гц — герц
Д — демодулятор
Д — с числом после буквы (например *Д*-2,8) — фильтр нижних частот; число указывает его предельную частоту в *кгц*
ДК — комплект фильтров нижних и верхних частот; если сопровождается числом (*ДК*-2,8), то оно указывает предельную частоту фильтров в *кгц*
ДС — диференциальная система
ДТ — диференциальный трансформатор
ДУ — дополнительный усилитель
ДФ — дополнительный фильтр
ИВЛ — искусственная воздушная линия
ИК — корректирующий (исправляющий) контур
ИКК — индикатор контрольного канала
ИЛ — искусственная линия затухания
К — коммутаторные клеммы канала
КГ — кварцованный генератор
КК — корректирующий контур
КК в. ч. — корректирующий контур верхних частот
КК н. ч. — корректирующий контур нижних частот
Л — линия
ЛАЗ — линейно-аппаратный зал
ЛВ — линейный выравнивающий контур
ЛР — линейное реле
ЛТ — линейный трансформатор
ЛФ — линейных фильтров комплект
М — модулятор
МТС — междугородная телефонная станция
НФ — направляющий фильтр
О — ограничитель амплитуд
ОВК — основной выравнивающий контур
П — передатчик
ПлП — полосовой преобразователь частоты
ПКК — приёмник контрольного канала
ПП — предварительный преобразователь частоты
Пр — приёмник
Пр АРУ — приёмник автоматической регулировки уровня
Пр НР — приёмник наклонной регулировки
ПТВ — приёмник тонального вызова
ПТ — переходной трансформатор
ПТф — подтональный телеграф
ПФ — полосовой фильтр
РИЛ — регулируемая искусственная линия
РС — релейная схема
РгС — регулируемое сопротивление
РУ — регулятор усиления
СгУ — сигнальное устройство
СП — сигнальная панель
СУ — селективный усилитель
СУД — селективный усилитель-детектор
Т — телефон
ТВ — тональный вызов
ТВыр — тональный выравниватель
Тр — трансформатор
ТУ — транзитный удлинитель
т. ч. — тональная частота
У — удлинитель
УУ — указатель уровня
УВЧ — усилитель высокой частоты
УПФ — узкополосный фильтр
УТЧ — усилитель тональной частоты
УЭ — усилительный элемент
Ф — фильтр
ФВЧ — фильтр верхних частот
ФНЧ — фильтр нижних частот
ФК — фототелеграфный канал
ФУ — фильтрующее устройство

ДАЛЬНЯЯ ТЕЛЕФОННАЯ СВЯЗЬ

В развитии техники дальней телефонной связи большую роль сыграли отечественные специалисты и учёные. В. И. Коваленковым был изобретён промежуточный телефонный усилитель, образец которого в 1923 г. был установлен на линии Москва — Петроград.

В 1926 г. впервые была сдана в эксплоатацию высокочастотная телефонная связь на участке Ленинград — Бологое Октябрьской ж. д. Аппаратура для этой связи была разработана под руководством П. А. Азбукина. В годы сталинских пятилеток дальняя телефонная связь получила особенно большое развитие при широком применении цветных проводов и уплотнении их высокочастотными телефонными связями. При помощи аппаратуры высокочастотного телефонирования были организованы длиннейшие в мире телефонные связи. Для оборудования узлов дальней

связи железнодорожного транспорта была принята по предложению В. А. Новикова и В. И. Шуплова система линейно-аппаратных залов. Широкое развитие получила также сеть стальных проводов для дорожных телефонных связей. Большой вклад в дело развития дальней связи внесла отечественная слаботочная промышленность, освоившая производство различных типов оборудования дальней связи при участии и под руководством В. Н. Листова, М. Н. Востокова, В. Г. Черных, Г. Г. Бородзюка, В. Н. Амарантова и др.

В годы послевоенной сталинской пятилетки техника дальней связи развивается в направлении применения многоканальных систем для уплотнения воздушных линий, использования кабелей дальней связи и автоматизации сети дальней связи.

ОРГАНИЗАЦИЯ ДАЛЬНЕЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ СССР

Сеть дальней телефонной связи железнодорожного транспорта строится по узловой системе и состоит из сетей магистральной и внутридорожных связей. Сеть магистральной связи образуют телефонные каналы, соединяющие Министерство путей сообщения с управлениями железных дорог и последние между собой. Сеть внутридорожной связи составляют телефонные каналы, соединяющие управление железной дороги с отделениями, последние между собой и с крупными железнодорожными узлами и станциями, а также те и другие между собой.

На сети магистральной связи для организации телефонных каналов используют цветные (медные и биметаллические) воздушные цепи, уплотняемые телефонными системами высокочастотного телефонирования, и междугородные телефонные кабели.

На сетях внутридорожной связи для переговоров на большие расстояния и при необходимости организации в одном направлении нескольких телефонных каналов применяют цветные уплотнённые цепи. Для связи на относительно короткие расстояния используют стальные цепи. На участках прокладки междугородных телефонных кабелей для внутридорожных связей предусматривают каналы в этих кабелях.

Телефонные каналы используют не только для ведения переговоров, но и для работы тонального телеграфа.

Системы уплотнения телефонных цепей, принятые на железнодорожном транспорте, предусматривают организацию по одной и той же цепи нескольких различных видов связи.

Основные системы уплотнения воздушных цветных цепей указаны в табл. 149.

При рассмотрении табл. 149 следует учесть следующие моменты:

1) в ряде случаев при старой системе уплотнения цепи уплотняют четвёртым и пятым телефонными каналами в. ч., занимающими область частот от 42,0 до 65,0 *кгц*;

2) при отсутствии многоканальной системы и использовании аппаратуры без несущей частоты дополнительные четвёртый и пятый телефонные каналы в. ч. организуют в полосе частот от 33,4 до 55,0 *кгц*;

3) в отдельных случаях вместо трёхканальной и многоканальной систем применяют уплотнение цветных цепей при помощи восьмиканальной системы, работающей в полосе частот от 6 до 60 *кгц*;

4) в некоторых случаях в качестве многоканальной системы применяют пятнадцатиканальную систему, занимающую полосу частот от 48 до 152 *кгц*.

Система уплотнения воздушных стальных цепей предусматривает организацию на одной цепи: канала подтонального телеграфирования по искусственной цепи в полосе частот от 0 до 80 *гц*, телефонного канала т. ч. в полосе частот от 300 до 2 000 *гц* и телефонного канала в. ч. в полосе частот от 2,6 до 9,2 *кгц*. Система для уплотнения кабельных линий в настоящее время находится в процессе разработки.

Выделение частотных спектров, относящихся к различным видам связи, осуществляют в оконечных и промежуточных пунктах уплотнённых воздушных цепей при помощи линейных фильтров.

Линейные фильтры включаются между уплотняемой линией и аппаратурой уплотнения и обеспечивают работу всех видов этой аппаратуры без взаимных помех.

Таблица 149

Основные системы уплотнения воздушных цветных цепей, принятые на железнодорожном транспорте СССР

Виды связи	Занимаемая полоса частот в *кгц*	Количество каналов связи в системах уплотнения		Примечание
		старой	новой	
Телеграфирование подтональное по искусственной цепи	0—0,08	1	1	Может быть заменён двумя каналами подтонального телеграфирования
Телефонирование токами тональной частоты (т. ч.)	0,3—2,4	1	1	
Фототелеграфирование	3,2—5,2	1	1	
Телефонирование токами высокой частоты (в. ч.):				
при помощи трёхканальной системы	10,4— 33,4	3	—	Система в. ч. с передачей тока несущей частоты
	6,3— 26,7	—	3	
при помощи многоканальной системы	36,0—143,0	—	12	Системы в. ч. без передачи тока несущей частоты

Каждый вид аппаратуры уплотнения присоединяется к линии через «группу» или «пояс» линейных фильтров, состоящий из двух параллельно включённых фильтров: одного — нижних частот, другого — верхних частот. Оба фильтра, рассчитанные для параллельной работы, имеют одну и ту же предельную частоту и одно и то же номинальное характеристическое сопротивление.

Различные пояса линейных фильтров, согласованные между собой, включаются последовательно и образуют систему линейных фильтров. Число поясов в системе линейных фильтров и электрические данные фильтров выбирают соответственно распределению спектра частот.

До последнего времени все пояса линейных фильтров монтировали на отдельной стойке, называемой стойкой линейных фильтров (*СЛФ*).

Для каждой уплотняемой цепи в каждом оконечном пункте устанавливали по одной, а в каждом промежуточном пункте—по две стойки линейных фильтров.

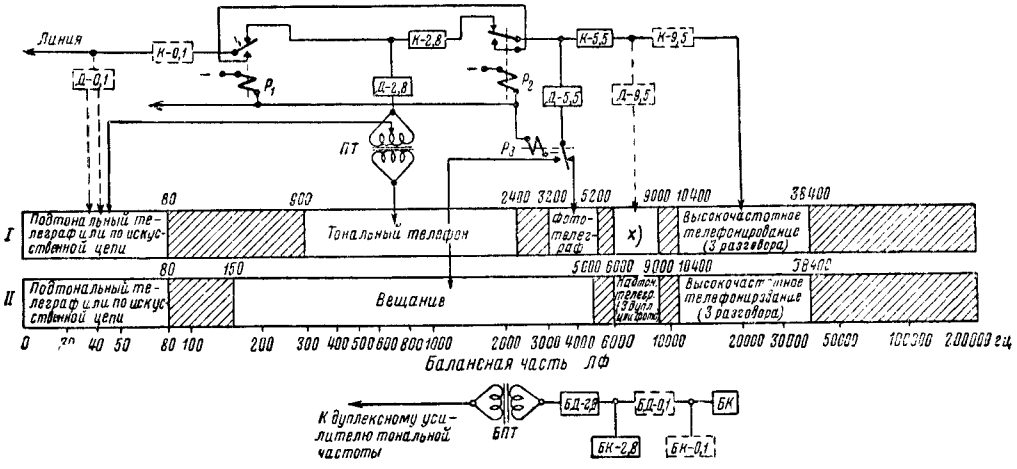
В настоящее время необходимые пояса линейных фильтров монтируют непосредственно на самой аппаратуре уплотнения.

Скелетные схемы стоек линейных фильтров, соответствующие системам уплотнения, указанным в табл. 149, представлены на фиг. 183 и 184.

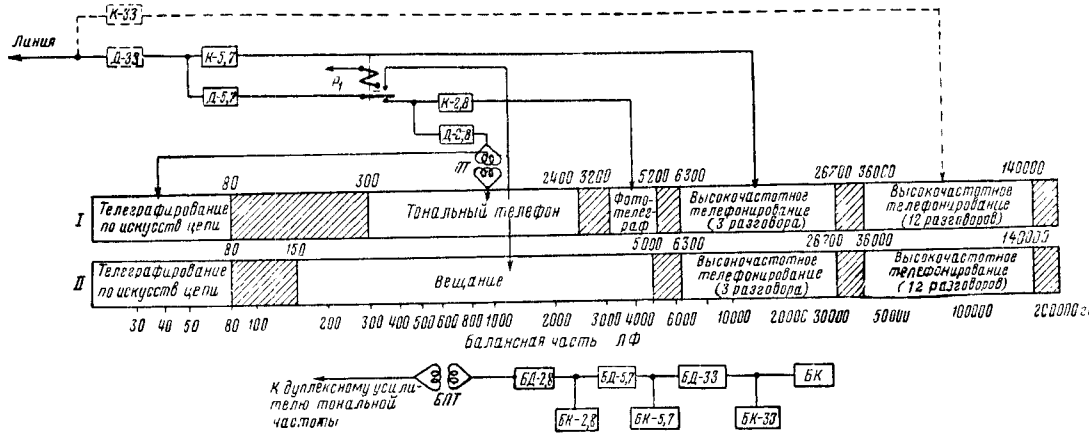
Полоса частот 6,0—9,0 *кгц* (фиг. 183) может быть использована или для организации второго канала фототелеграфной связи или совместно с полосой частот 3 200—5 200 для наложения телефонного разговора в. ч. по одноканальной системе.

Вариант II распределения каналов на шкале частот используется Министерством связи.

На *СЛФ* каждого из существующих типов, помимо самих линейных фильтров, смонтированы: линейные переходные трансформаторы; балансные фильтры и балансные переходные трансформаторы, вводимые в балансные цепи дуплексных усилителей для уравновешивания фильтров и трансформаторов, включённых в линию; балансный контур,



Фиг. 183. Скелетная схема *ЛФ* при уплотнении цветной цепи при помощи аппаратуры в. ч. с передачей тока несущей частоты



Фиг. 184. Скелетная схема *ЛФ* при уплотнении цветной цепи при помощи аппаратуры в. ч. без передачи тока несущей частоты

Пунктиром показаны изменения в схеме ЛФ при уплотнении цепи двенадцатиканальной системой в. ч. Вариант II распределения каналов на шкале частот используется Министерством связи

состоящий из набора конденсаторов и катушек сопротивления и предназначенный для уравновешивания воздушной линии; переключающие и сигнальные реле и испытательные гнёзда.

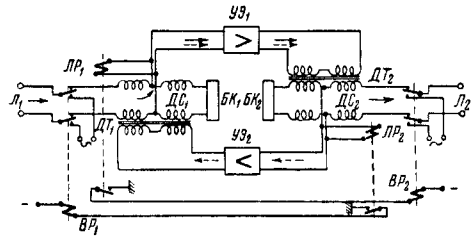
Скелетные схемы балансной части *ЛФ* указаны на тех же фиг. 183 и 184. Номинальное характеристическое сопротивление фильтров 600 *ом*. Величины затухания, вносимого *ЛФ* в отдельные каналы связи, указаны ниже в табл. 159. Стойки, на которых смонтировано указанное оборудование, имеют высоту 2 500 и ширину 526 *мм*.

Для питания реле *ЛФ* требуется напряжение 24 *в*.

ОБОРУДОВАНИЕ ТЕЛЕФОННОГО КАНАЛА Т. Ч.

Общие сведения

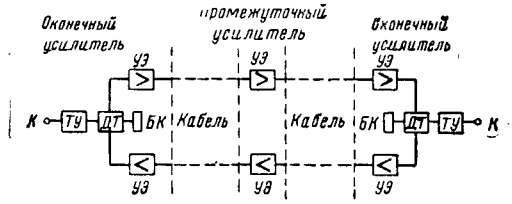
Телефонирование токами тональной частоты (т. ч.) осуществляется по уплотнённым и неуплотнённым воздушным цепям. На междугородных кабельных линиях для телефонирования токами т. ч. предоставляются, как правило, неуплотнённые цепи. По телефонным каналам т. ч. на воздушных линиях организуются преимущественно телефонные связи внутридорожного значения, на кабельных линиях — также и магистральные.



Фиг. 185. Дуплексный усилитель для двухпроводных цепей

Дальность непосредственной телефонной передачи по каналу т. ч., ограниченная допустимой величиной остаточного затухания 0,8 — 1,3 *неп* при частоте 800 *гц*, не превышает: 300—500 *км* при медных цепях с проводами диаметром 3—4 *мм*, 80—100 *км* при стальных цепях с проводами диаметром 4—5 *мм* и 70—140 *км* при кабельных цепях с повышенной индуктивностью и медными жилами диаметром 0,9—1,4 *мм*.

Для увеличения дальности передачи в двухпроводные каналы т. ч. включают оконечные и промежуточные ламповые усилители с двусторонним усилением (фиг. 185), а в четырёхпроводные каналы т. ч. оконечные и промежуточные усилители с односторонним усилением (фиг. 186). Указанные усилители для двухпроводных и четырёхпроводных цепей представляют наиболее существенную часть оборудования канала т. ч.

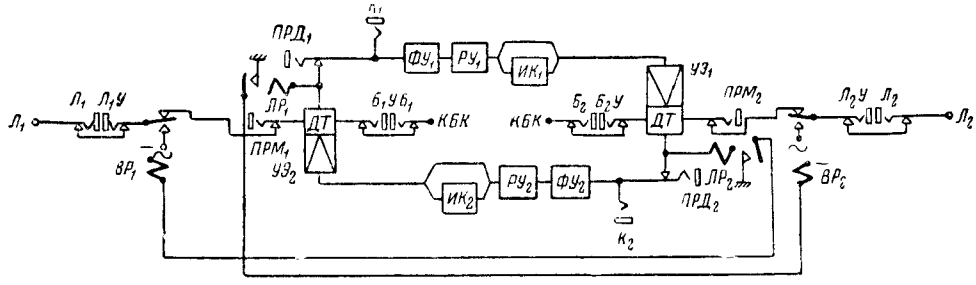


Фиг. 186. Четырехпроводный телефонный канал т. ч. с оконечными и промежуточными усилителями

Дуплексные усилители т. ч.

Практически схема двустороннего усилителя включает не только усилительные элементы, диференциальные системы и вызывные устройства, но ещё и ряд вспомогательных устройств, необходимых для обеспечения нормального качества передачи и правильной технической эксплоатации канала т. ч., а именно: выравнивающие и корректирующие устройства для придания кривой усиления усилителя требуемой формы с целью устранения амплитудных искажений, вносимых линией; фильтры нижних частот для ограничения полосы частот, усиливаемых усилителем; регуляторы усиления для регулировки усиления усилителя; контрольно-переговорные и измерительные устройства.

Дуплексные усилители для воздушных линий. Усилители типа ТДУ-35 завода «Красная Заря» выпускались трёх типов — для медных, биметаллических и стальных цепей. Скелетная схема усилителей всех типов ТДУ-35 одна и та же и дана на фиг. 187.



Фиг. 187. Скелетная схема усилителя типа ТДУ-35

Токи разговорной частоты усиливаются ламповыми усилительными элементами, а вызывные токи транслируются при помощи реле *ЛР* и *ВР*.

Контроль режима питания, передачи, вызов и переговоры с усилителя осуществляют при помощи микротелефона, ключей, гнёзд и шнуровых пар, составляющих гарнитуру техника, общую для всех усилителей стойки.

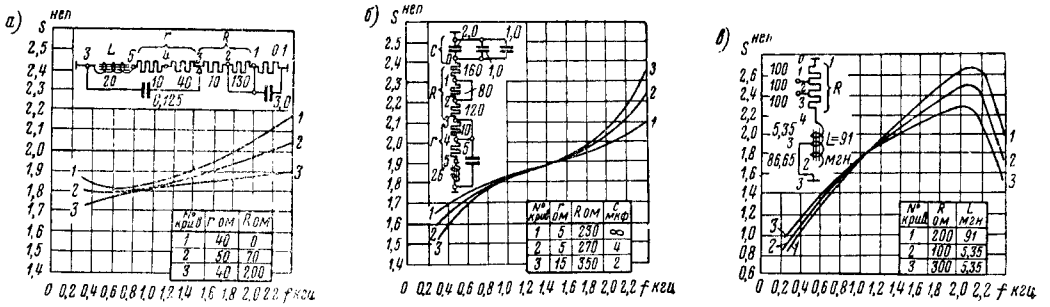
Кривые усиления усилителя типа ТДУ-35 вместе со схемами корректирующих устройств даны на фиг. 188, *а*, *б*, *в*.

Регуляторы усиления усилителя позволяют изменять усиление усилителя ступенями через 0,1 *неп* в пределах 1 *неп*.

В усилителях применены лампы типа ТО-142 и бареторы типа 1-Б-9 при питании цепи накала от батареи с напряжением 12 *в* или 1-Б-17 при использовании батареи накала с напряжением 24 *в*.

Источники питания для каждого усилителя стойки: напряжение 12 или 24 *в*, расход тока 1 *а*, 220 *в*, расход тока около 40 *ма* и вызывное напряжение 60 —·80 *в* с частотой 25—50 *гц*.

Оборудование усилителей всех типов монтируется на стандартной стойке размерами 2 500 × 526 *мм*. На стойке для цветных цепей располагают до четырёх усилителей, а на стойке для стальных цепей два усилителя вместе с линейными и балансными переходными трансформаторами и деталями балансных контуров.



Фиг. 188. Кривые усиления усилителя типа ТДУ-35: *а*—для медных линий; *б*—для биметаллических линий; *в*—для стальных линий

Для трансляции вызывиых индукторных токов в усилителе предусмотрена релейная схема.

Усилитель рассчитан для работы на лампах типа 10-Ж-1Л.

Оборудование 8 усилителей размещено на одной стойке размером 2 500 × 680 *мм*.

Для питания усилителя требуются следующие источники постоянного тока: накала с напряжеиием, равным 24 *в*, и анодного тока с напряжеиием 220 *в*.

Допустимые колебания напряжения иакала не должны превосходить ± 10%, а анодного напряжения — ±10%.

Потреблеиие тока на стойку с восемью усилителями составляет 1,2 *а* при 24 *в* и 0,10 *а* при 220 *в*. Для работы вызывных устройств необходимо переменное напряжение 60 ÷ 80 *в* с частотой 15 ÷ 50 *гц*.

Дуплексные усилители для кабельных линий. Универсальный дуплексный усилитель II типа предназначен для использования в качестве:

а) оконечного усилителя для двухпроводных и четырёхпроводных кабельных цепей;

б) промежуточного усилителя для двухпроводных и четырёхпроводных кабельных цепей;

в) переходного усилителя для непосредственного соединения двухпроводной цепи с четырёхпроводной.

В качестве оконечного усилителя универсальный усилитель имеет на станционной стороне четырёхпроводный выход, что соответствует требованиям дальнего набора при четырёхпроводных транзитных соединениях. При необходимости окончания оконечного усилителя диференциальной системой применяется отдельная, не входящая в состав усилителя, диференциальная система.

Скелетная схема усилительной части универсального усилителя представлена на фиг. 189.

При использовании усилителя на двухпроводных цепях трансформаторы в диференциальных системах выполняют функции диференциальных и анодных трансформаторов, а при работе на четырёхпроводных цепях— только анодных трансформаторов.

Способ использования усилителя в различных условиях указан в таблице, помещённой на фиг. 189.

Для транслироваиия вызывных токов с частотой 25 *гц* по двухпроводным линиям, **не**

Универсальный дуплексный усилитель тональной частоты

Новый универсальный дуплексный усилитель т. ч., выпускаемый заводами МПСС, предназначен для работы по цветным и стальным цепям воздушных линий, а также по двухпроводным и четырёхпроводным цепям кабельных линий с индуктивностью, повышенной при помощи катушек. Во всех случаях усилитель может быть применён в качестве оконечного или промежуточного усилителя.

Наибольшее усиление усилителя при частоте 800 *гц* составляет около 2,0 *неп* при цветных цепях, 1,6 *неп* — при стальных цепях, 2,3 *неп* — при двухпроводных кабельных цепях и 2,8 ÷ 3,1 *неп* — при четырёхпроводных кабельных цепях. Регуляторы усиления позволяют регулировать усиление усилителя в пределах 2,2 *неп* ступенями по 0,1 *неп*.

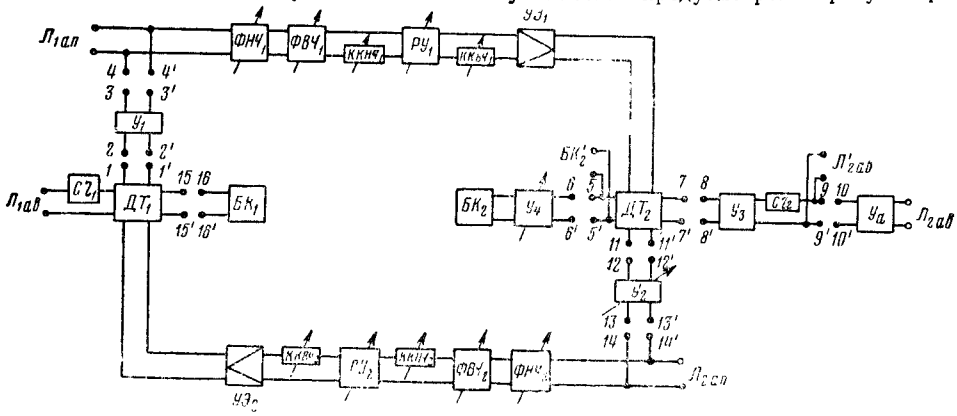
Полоса частот, усиливаемых усилителем, заключается в пределах: от 300 до 2 400 *гц* при цветных цепях, от 300 до 2 000 *гц* при стальных цепях и от 300 до 2 600 *гц* при кабельных цепях.

Переход от одного типа усилителя к другому осуществляется простым переключением в схеме усилителя.

оборудованным подтональным телеграфированием, в схеме усилителя предусмотрены два комплекта линейных и вызывных реле, которые используют при оконечном или промежуточном включении усилителя.

Изменение усиления при колебании анодного напряжения на 10 *в* или напряжения накала на 1 *в* составляет 0,01 *неп*.

Для регулировки усиления в схеме усилителя предусмотрены регуляторы уси-



Тип усилителя	ФНЧ	ФВЧ	Схема соединения клемм: 1 2 / 1' 2'	3 4 / 3' 4'	5 6 / 5' 6'	7 8 9 10 / 7' 8' 9' 10'	11 12 / 11' 12'	13 14 / 13' 14'	15 16 / 15' 16'
Промежуточный для четырехпроводных каналов	Выкл.	Выкл	• •	○ ○	○ •	• ○ • ○	○ •	• •	• •
Переходной для соединения двухпроводных и четырехпроводных каналов	Вкл	Выкл.	○ •	○ ○	○ ○	• ○ • ○	—	—	○ •
Промежуточный для двухпроводных каналов	Вкл	Вкл	—	—	• •	• • • •	—	—	—
Оконечный для двухпроводных каналов	Вкл	Вкл.	—	—	—	○ ○ • •	—	—	—
Оконечный для четырехпроводных каналов	Вкл	Выкл	• •	○ ○	—	— ○ • ○	—	—	—

Фиг. 189. Скелетная схема усилителя типа УУ-11

На двухпроводных линиях, оборудованных подтональным телеграфированием, и на четырёхпроводных линиях применяют тональный вызов, вследствие чего при включении усилителей в такие линии в качестве промежуточных усилителей особых устройств для транслирования вызова не требуется. В оконечных пунктах таких линий при использовании усилителя в качестве оконечного совместно с ним устанавливают (на отдельных стойках) устройства тонального вызова.

Усиление усилителя при наивысшем положении регуляторов усиления имеет значения, указанные в табл. 150.

Таблица 150

Усиление усилителя типа УУ-11

Способ использования усилителя	Усиление в неперах для направления передачи	
	$Л_1 — Л_2$	$Л_2 — Л_1$
Двухпроводный промежуточный усилитель	2,0±0,2	2,0±0,2
Четырёхпроводный промежуточный усилитель	3,3±0,2	3,3±0,2
Переходной усилитель (с двухпроводной на четырёхпроводную цепь)	2,5±0,2	2,8±0,2
Двухпроводный оконечный усилитель	3,0±0,2	3,6±0,2
Четырёхпроводный оконечный усилитель	3,8±0,1	3,1±0,1

ления на 23 положения с ценой делений 0,1 *неп*. При помощи их можно регулировать усиление в пределах 23 ступеней. При этом кривые усиления усилителя перемещаются параллельно. Корректирующие контуры *КК* н. ч. и *КК* в. ч., включённые на входе каждого из усилительных элементов,



Фиг. 190. Кривые усиления усилителя типа УУ-11

позволяют приспособить кривые усиления усилителя к условиям работы на линиях различного рода.

Как показано на фиг. 190, в области частот ниже 800 *гц* можно получить пять различных кривых усиления, а в области частот выше 800 *гц* — 11 кривых (сверх основной кривой *f—1*).

В табл. 151 указано, на каких линиях должна применяться та или иная кривая усиления.

Таблица 151

Возможности использования усилителя типа УУ-II

Тип линии	Длина усилительного участка в *км*	Кривая усиления
В направлении передачи для линии любого типа . .	—	*f—1*
В направлении приёма для:		
ОЛб, ИЛб	72,5	*a— 2*
ОЛа, ИЛа	72,5	*b— 3*
И 0,9б	72,5	*e— 4*
И 0,9а, О 0,9б	72,5	*e— 5*
И 0,9б	145	*c— 5*
И 1,4б	145	*e— 6*
Звёздн. О 0,9	140	*d— 6*
О 0,9а	72,5	*e— 7*
И 0,9а	145	*d— 7*
О 0.9б	145	*c— 7*
Звёздн. О 1,4	140	*e— 7*
О 0,9а, И 1,4а	145	*d— 8*
О 1,4б	145	*e— 8*
Звёздн. И 0,9	140	*d— 8*
И 1,4б	290	*d— 9*
Звёздн. И 1,4	140	*d— 9*
О 1,4а	145	*d—10*
О 1,4б	290	*c—11*

Примечание. В первом столбце применены следующие обозначения: О — основная цепь со средней степенью повышения индуктивности; И — искусственная цепь со средней степенью повышения индуктивности; ОЛ — основная цепь с низкой степенью повышения индуктивности; ИЛ — искусственная цепь с низкой степенью повышения индуктивности; 0,9 и 1.4 — диаметр жил в *мм*; а — междугородный кабель с длиной участка между катушками $s=2$ *км* и с сердечниками катушек из прессованного порошка; б — междугородный кабель с длиной участка между катушками $s=1{,}7$ *км* и с сердечниками катушек из прессованного порошка

Фильтр верхних частот позволяет ограничить рабочую полосу частот частотой, равной 300 *гц*. Фильтр нижних частот с переменной предельной частотой допускает ограничение верхней границы рабочей полосы частот одной из следующих частот: 2 100, 2 400 и 2 700 *гц*.

Усилитель рассчитан для работы на лампах типа С3е. Универсальные усилители II типа монтируются на стойке размерами 2 365 × 660 × 490 *мм*, причём на одной стойке их размещается 12 комплектов. На этой же стойке монтируются 24 комплекта вызывных реле и 24 комплекта балансных контуров, а также переговорно-вызывное устройство (общее для всех 12 усилителей), приборы управления и контроля, устройства сигнализации, испытательные гнёзда и другие детали.

Напряжения источников питания и расход тока указаны в табл. 152.

Таблица 152

Источники питания усилителя типа УУ-II

Назначение и напряжение источника тока[1]	Расход тока	
	на 1 усилитель	на стойку с 12 усилителями
Напряжение для питания анодных и экранных цепей 220 *в*	Около 30 *ма*	Около 360 *ма*
Постоянное или переменное напряжение накала (стабилизированное) 20 *в*	Около 0,5 *а*	Около 6 *а*
Напряжение для питания сигнализации в 24 *в*	—	До 1,4 *а*

[1] Вызывное напряжение 60 *в* с частотой 25 *гц* (при необходимости).

Устройства тонального вызова

При системе тонального вызова (*ТВ*) передача вызывных сигналов по телефонным каналам осуществляется при помощи переменного тока с частотой 500 или 1 000 *гц*.

Приборы *ТВ* работают следующим образом.

Индукторный ток, поступающий от междугородной телефонной станции (*МТС*), в оконечном передающем пункте при помощи реле включает в линию генератор вызывного тока с частотой 500 или 1 000 *гц*. На приёмной станции вызывной ток этой частоты поступает в приёмник *ТВ*, где усиливается и выпрямляется. Выпрямленный ток приводит в действие систему реле, посылающих на *МТС* индукторный вызывной ток от местного источника.

Устройства тонального вызова старого типа монтировались заводом «Красная Заря» на стойке размерами 2 500 × 526 *мм*; на ней размещались два генератора (действующий и запасной), до четырёх приёмников, переговорно-вызывное устройство и приборы сигнализации повреждений в цепях питания.

Источники питания стойки тонального вызова: напряжение накала 24 *в*, расход тока до 5 *а* в зависимости от числа включённых приёмников, анодное напряжение 220 *в*, расход тока до 100 *ма*, вызывное напряжение 60—80 *в* с частотой 15—50 *гц*.

В настоящее время отечественной промышленностью изготовляются стойки тонального вызова: а) на 24 приёмника и 3 генератора и б) на 16 приёмников и 2 генератора. Стойка последнего типа предназначена для работы на цветной цепи, уплотнённой в полосе частот до 150 *кгц*. Генераторы и приёмники этих стоек рассчитаны для передачи и соответственно приёма тока с частотой 1 000 *гц*, прерываемого 20 раз в сек. Предусмотрена возможность работы током с частотой 500 *гц*, прерываемым 20 раз в сек. Размеры стоек 2 500 × 646 *мм*.

БАЛАНСНЫЕ КОНТУРЫ И ЦЕПИ

На двухпроводных цепях для обеспечения устойчивой работы каналов т. ч. в оконечных и промежуточных усилителях т. ч. двустороннего действия применяют балансные цепи, служащие для искусственного воспроизведения входного сопротивления линий, присоединённых к усилителю.

На четырёхпроводных цепях применяют балансные контуры лишь только в диференциальных системах оконечных пунктов цепи. Схемы балансных цепей составляют по принципу зеркального отображения линии; иначе говоря, в схему балансной цепи вводят все элементы, включённые в линию, или эквивалентные им контуры и в том именно последовательном порядке, в каком они расположены в линейной цепи. Балансные цепи заканчиваются контуром, служащим для уравновешивания самой линии — балансным контуром.

Уравновешивание воздушных линий

Основные схемы балансных цепей для уравновешивания воздушных линий даны в табл. 153.

Сосредоточенные четырёхполюсники, включённые между усилителем и линией, уравновешиваются в балансной цепи соответствующими приборами или эквивалентными им схемами, подобранными обычно на заводе.

Вставки кабеля и участки воздушной цветной линии при наличии вставки кабеля на расстоянии от усилителя (случаи 2, 4, 5, табл. 153), меньшем 150 *км*, балансируются искусственными кабелями *ИК* и искусственными

Таблица 153

Основные схемы линейных и уравновешивающих их балансных цепей

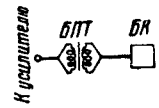
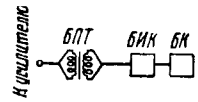
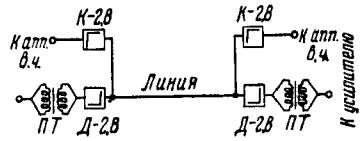
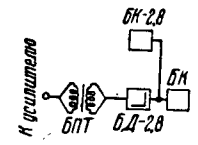
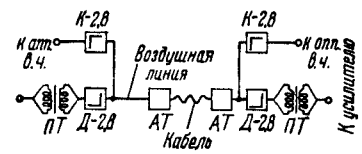
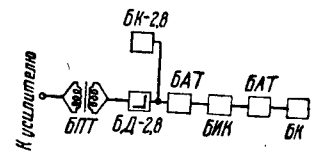
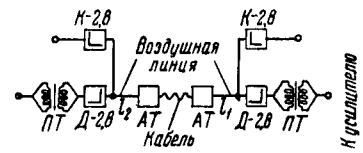
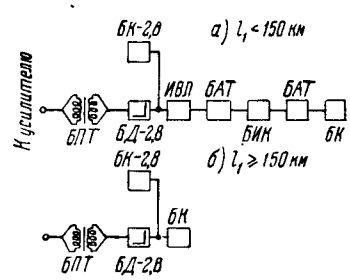
Род цепи	Схема линейной цепи	Схема балансной цепи
Неуплотнённая цепь с переходными трансформаторами		
Неуплотнённая цепь с кабельной вставкой в начале усилительного участка		
Цветная цепь, уплотнённая каналами высокочастотного телефонирования		
Цветная цепь, уплотнённая каналами высокочастотного телефонирования с кабельной вставкой в начале усилительного участка		
Цветная цепь, уплотнённая каналами высокочастотного телефонирования с кабельной вставкой на середине усилительного участка		

Таблица 154

Схемы балансиых контурон для уравновешиваиия ноздушиых н кабельиых линий

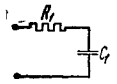
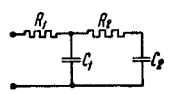
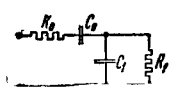
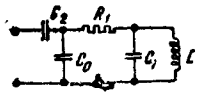
Тип линии	Схема балансиого контура	Примечание
Однородная медная цепь с проводами диаметром 4 *мм*		Исходные величины элементов балансных контуров даны в табл. 155
Однородная цветная цепь с проводами диаметром 3—4 *мм* или стальная цепь с проводами диаметром 4—5 *мм*		
Однородная кабельная цепь		Исходные величины элементов балансного контура даны в табл. 156
Кабельная цепь с повышенной индуктивностью, начинающаяся половиной участка между катушками индуктивностн		Исходные величины элементов балансного контура даны в табл. 157

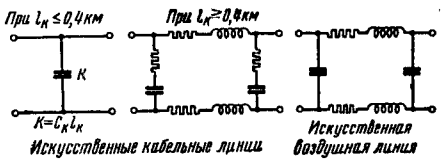
Таблица 155

Исходные значеиия элемеитов двухзвениого балансиого контура для воздушиых линий связи

Материал проводов	Диаметр проводов в *мм*	Значения элементов контура			
		R_1 в *ом*	C_1 в *мкф*	R_2 в *ом*	C_2 в *мкф*
Твёрдотянутая медь	4,0	550÷700	1,5÷2,0	—	—
» »	3,0÷4,0	550÷700	0,8÷1,5	750÷1 200	1,0÷1,5
Биметалл с толщиной медной оболочки 0,4 *мм*	4,0	600÷750	0,8÷1,5	750÷1 200	1,0÷1,5
Сталь	4,0÷5,0	800÷1 100	0,1÷0,25	700÷1 000	0,6÷1,0

воздушными линиями *ИВЛ*, показанными на фиг. 191.

Балансные контуры, служащие для уравновешивания самой линии, монтируют по схемам, приведённым в табл. 154.



Фиг. 191. Искусственные кабельные и воздушные линии: $C_к$ — ёмкость кабеля в *ф/км*; $l_к$ — длина кабеля в *км*

Исходные значения элементов балансного контура для однородных воздушных линий, которые могут применяться при практическом подборе элементов, указаны в табл. 155.

Уравновешиваиие кабельных лнний

Кабельные линии четвёрочного типа уравновешивают прн помощи балансного контура, схема которого представлена в табл. 154. Исходные значения элементов этого контура даны в табл. 156.

Кабельные линии с искусственно повышенной индуктивностью, начинающиеся половиной участка между катушками, могут быть уравновешены при помощи балансного контура, показанного в табл. 154. Ёмкость C_2, включённая в схему контура, служит для уравновешнвания переходного трансформатора и конденсаторов лннейной цепи, блокирующнх вызывные токи, а также для уравновешивания ёмкостной составляющей характеристического сопротнвления кабеля прн низших разговорных частотах. Исходные значения элементов этого балансного контура даны в табл. 157.

Таблица 156

Исходные значения элемеитов балаисного контура для кабелн четвёрочного типа с медиыми жилами

Диаметр жил в *мм*	Значения элементов контура				Примечание
	R_0 в *ом*	R_1 в *ом*	C_0 в *мкф*	C_1 в *мкф*	
0,8	340	900	1,2	0,44	Переходной трансформатор типа 1:1
0,9	325	760	1,2	0,51	
1,2	290	510	1,3	0,74	Ёмкость блокировочных конденсаторов 2 *мкф*
1,4	265	500	1,5	0,90	

Таблица 157

Исходные значения элементов балансного контура для кабеля с повышенной индуктивностью

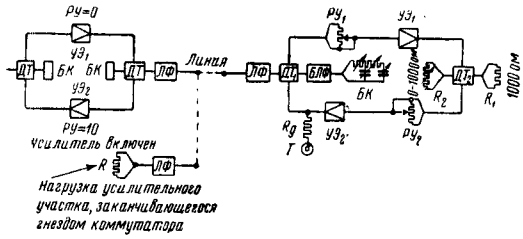
Система повышения индуктивности	Тип цепи	d в *мм*	Переходной трансформатор	C_2 в *мкф*	C_1 в *мкф*	C_0 в *мкф*	R_1 в *ом*	L в *гн*
Средняя степень повышения индуктивности, $s = 1{,}7$ *км*,	Основная	0,9	1:1,41*	1,9**	0,044	0,029	830	0,026
	»	1,4	1:1,41	2,1	0,046	0,033	800	0,026
Окончание полуучастком	Искусственная	0,9	1:1	1,5	0,030	0,035	780	0,019
	Искусственная	1,4	1:1	1,85	0,032	0,038	760	0,019

* Первая цифра относится к линейной обмотке.
** Ёмкость блокировочных конденсаторов 2 *мкф*.

Подбор балансных контуров

Практический подбор балансных контуров. Элементы балансных контуров, служащих для уравновешивания однородных линий, подбираются опытным путём. Способ подбора элементов балансного контура, или, иначе, настройки усилителя, основан на том, что устойчивость промежуточного усилителя не уменьшается, если при ухудшении условий уравновешивания на одной стороне одновременно будет улучшаться степень уравновешенности другой стороны.

Элементы балансного контура для одной линии, например левой, подбирают по фиг. 192, где $R_1 = 1\,000$ *ом* и R_2 в пределах 0—1 000 *ом*, а *БК* — подбираемый однозвенный или двухзвенный контур.

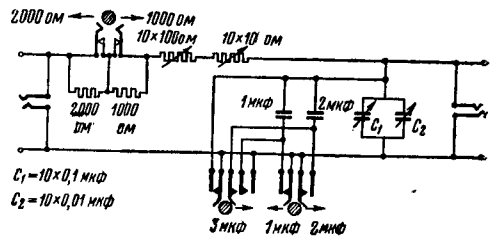


Фиг. 192. Схема для подбора элементов балансного контура: R=600 *ом* при цветных цепях; R=1 300 *ом* при стальных цепях

Если линия уплотнённая, то перед подбором балансного контура в неё и в балансную цепь включают линейные и балансные приборы уплотнения.

Подбор элементов контура ведут при наибольшем усилении усилителя. Начиная настройку, прежде всего устанавливают сопротивление $R_2 = 1\,000$ *ом* и после этого определяют, слышен ли свист в телефоне T. Если свист отсутствует, то уменьшают сопротивление R_2 до тех пор, пока он не возникнет. Как только появится свист, подбирают элементы контура (начиная с первого звена, если контур двухзвенный) таким образом, чтобы свист прекратился. После этого переключают местами линию и балансный контур и проверяют, не возник ли свист вследствие изменения фазы тока обратной связи на 180°. Если свист возникает, то вновь подбирают элементы балансного контура, добиваясь отсутствия свиста в телефоне. Так поступают до тех пор, пока не удастся уменьшить переменное сопротивление до величины 700—600 *ом*, т. е. добиться расстройки в 30—40%.

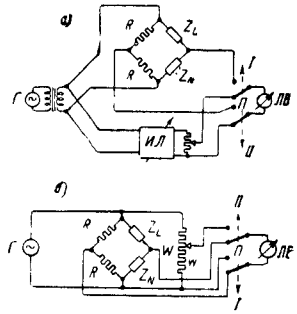
В качестве переменных сопротивлений и конденсаторов при настройке усилителя применяют однозвенные балансные контуры



Фиг. 193. Схема переменного балансного контура

завода «Красная Заря» (фиг. 193). Двухзвенный контур составляется из двух таких приборов.

Качество подбора балансного контура проверяют измерением балансного затухания по одной из схем фиг. 194. При измерении, установив переключатель $П$ в положение I, замечают показание лампового вольтметра *ЛВ*



Фиг. 194. Схема для измерения балансного затухания

(с высоким входным сопротивлением); затем, переставив переключатель в положение *II*, изменяют положение движка потенциометра W или затухание магазина *ИЛ* до тех пор, пока отсчёт на вольтметре *ЛВ* не будет равен отсчёту, полученному при первом измерении.

Искомая величина балансного затухания при применении потенциометра

$$b_e = \ln \frac{W}{2w}, \qquad (1)$$

где W — сопротивление всего потенциометра;
w — сопротивление найденной части потенциометра.

При использовании магазина затуханий

$$b_e = b_{ма}, \qquad (2)$$

где $b_{ма}$ — затухание, отсчитанное на магазине затуханий.

ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВЕРКЕ УСИЛИТЕЛЕЙ Т.Ч. И РЕГУЛИРОВКЕ КАНАЛА Т.Ч.

Работы по проверке усилителя т. ч. состоят из механической (путём осмотра) и электрической проверок.

Механическую и электрическую проверки усилителя производят в соответствии с заводской инструкцией.

При этом устраняют все обнаруженные повреждения. При снятии электрических характеристик усилителя измеряют:

а) частотные характеристики усиления в полосе частот от 200 до 3 000 *гц* через каждые 200 *гц* при нормальном рабочем положении регуляторов усиления и при подаче на вход усилителя уровня, равного — 1 *неп* (величины усиления усилителя в различных направлениях передачи при использовании одной и той же лампы должны отличаться друг от друга не более чем на 0,1 *неп*);

б) регулировочные характеристики усиления при частоте 800 *гц* и при подаче на вход усилителя уровня, равного 0 (усиление измеряют при положениях регуляторов усилителя от 1 до наибольшего).

Балансные контуры подбирают: при установке усилителя вновь, при изменении конструкции линии (например при устройстве вставки кабеля в воздушную цепь) и в том случае, когда путём измерения в процессе эксплоатации обнаруживается пониженная величина балансного затухания.

Балансные контуры подбирают по способу, указанному выше; качество подбора проверяют путём измерения балансного затухания, которое в рабочей полосе частот на уплотнённых линиях обычно бывает порядка 3,0 *неп*. Измерение производят при частотах: 0,2; 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,4 и 2,5 *кгц*. По найденным величинам элементов монтируются постоянные балансные контуры, которые включаются для постоянной работы в усилитель; после включения этих контуров в усилитель производится проверка процента расстройки усилителя и повторно измеряется балансное затухание.

В процессе эксплоатации измерение балансного затухания рекомендуется производить 2 раза в год — весной и осенью.

При регулировке канала т. ч. в целом:

а) измеряют рабочие затухания усилительных участков в полосе частот от 200 до 3 000 *гц* через каждые 200 *гц* при подаче в линию уровня, равного 0;

б) в зависимости от формы кривых затухания усилительных участков подбирают кривые усиления промежуточных усилителей, изменяя, например, как указано на фиг. 188, величины элементов корректирующих контуров;

в) снимают диаграмму уровней передачи сперва в одном и потом в другом направлении передачи при частоте 800 *гц* и при подаче на вход канала уровня, равного 0; *РУ* промежуточных усилителей должны находиться в нормальных рабочих положениях; на промежуточных пунктах измеряют поочерёдно уровни на входе и выходе своих усилителей;

г) измеряют частотную характеристику остаточного затухания канала в полосе 200—2 400 *гц* через каждые 200 *гц*; измерение производят в одном, а затем в другом (обратном) направлении передачи; сначала измеряют остаточное затухание через один промежуточный усилитель, т. е. между пунктами A и B (фиг. 195); в пункте $Б$ при этом устанавливают рабочие положения *РУ*; при измерении от пункта B к пункту A уровень передачи,



Фиг. 195. К измерению остаточного затухания телефонного канала

посылаемой из пункта B, определяется из диаграммы уровней и поддерживается постоянным при всех измерительных частотах; если измеренное затухание получится повышенным на крайних частотах, то корректируют кривую усиления усилителя. Откорректировав участок A — B, приступают к корректировке в том же порядке участка A—$Г$, включая усилитель в пункте B, и т. д.; остаточное затухание всего канала при крайних частотах передаваемого спектра не должно отличаться от затухания при частоте 800 *гц* свыше чем на:

0,1÷0,15 *неп*	при	одном усилителе
0,2÷0,30 »	»	двух усилителях
0,3÷0,45 »	»	трёх »
0,4÷0,60 »	»	четырёх »
0,5÷0,75 »	»	пяти »

д) измеряют амплитудную характеристику канала в обоих направлениях передачи при частоте 800 *гц* и при рабочих положениях *РУ* в измеряемом направлении передачи; *РУ* обратного направления в это время должны находиться в нулевом положении; измерение ведётся между оконечными пунктами канала при изменении уровня передачи на его входе от —1 до +1 *неп* ступенями по 0,2—0,5 *неп*;

е) измеряют устойчивость канала путём измерения остаточного затухания генерации; для этого отключают канал на концах от нагрузок и одновременным постепенным увеличением усиления одного или нескольких усилителей вызывают генерацию канала; после этого постепенно уменьшают усиление в обоих направлениях передачи до прекращения генерации; затем, прекратив передачу в одном направлении путём установки соответствующих *РУ* в нулевые положения, измеряют остаточное затухание канала при частоте 800 *гц*, которое называют остаточным затуханием генерации; аналогичным путём измеряют оста-

Таблица 158

Электрические характеристики телефонных каналов т. ч. и нормированные значения их

Наименование нормируемой величины	Единица измерения	Норма			
		воздушные линии		кабельные линии со средней степенью повышения индуктивности	
		цветные цепи	стальные цепи	двухпроводные цепи	четырёхпроводные цепи
Полоса эффективно передаваемых частот	*кгц*	0,3÷2,4	0,3÷2,0	0,3÷2,4*	0,3÷2,6*
Уровень передачи наибольший	*неп*	+0,6	+0,6	+0,6	+1,1
Уровень передачи наименьший	»	—	—	—	−3,0
Затухание цепи на усилительном участке при частоте 0,8 *кгц*	»	≤1,6	≤1,6	≤1,6	≤3,2
Остаточное затухание при частоте 0,8 *кгц*	»	1,0	1,0—1,3	1,0	0,8
Разность величин остаточного затухания одного и того же канала в разных направлениях передачи при частоте 0,8 *кгц*:					
а) канал входнт в транзитные соединения	»	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1
б) канал не входит в транзитные соединения	»	≤0,2	≤0,2	≤0,2	≤0,2
Превышение остаточного затухания в пределах полосы эффективно передаваемых частот над его величиной при частоте 0,8 *кгц* для частот:					
0,3÷0,4 *кгц*	»	1,0	1,0	1,0**	1,0**
0,4÷0,6 »	»	0,5	0,5	0,5	0,5
0,6÷1,2 »	»	0,3	0,3	0,3	0,2
1,2÷1,6 »	»	0,5	0,5	0,5	
1,6÷2,0 »	»	0,8	1,0	0,8	0,5
2,0÷2,4 »	»	1,0	—	1,0	
2,4÷2,6 »	»	—	—	—	1,0
Снижение остаточного затухания на всех частотах эффективно передаваемой полосы по отношению к его величине при частоте 0,8 *кгц*	»	≤0,2	≤0,2	≤0,2	≤0,2
Колебания остаточного затухания при частоте 0,8 *кгц* с течением времени	»	≤0,2	≤0,2	≤0,2	≤0,1
Устойчивость при холостом ходе канала	»	≥0,2	≥0,2	≥0,2	≥0,3
Амплитудная характеристика	»	Должна быть достаточно прямолинейной с тем, чтобы максимальное изменение остаточного затухания при частоте 0,8 *кгц* и при повышении уровня на входе канала до + 0,9 *неп* было ≤ ± 0,1 *неп*			
Разность между фактическим и минимально допустимым затуханием на пути тока эхо	»	—	—	—	≥0
Псофометрическое напряжение шума на разделительных гнёздах испытательной стойки при остаточном затухании 1 *неп* на частоте 0,8 *кгц* и при нагрузке канала на сопротивление 600 *ом*:					
в каналах, входящих в транзитные соединения (ориентировочно)	*мв*	≤1,5***	≤1,75***	≤1,5****	≤1,5****
То же в каналах, не входящих в транзитные соединения	»	≤2,5	≤2,5	≤2,5****	≤2,5****
Защищённость от переходного разговора, определённая на рабочем месте телефонистки междугородного коммутатора при остаточном затухании 1 *неп* для частоты 0,8 *кгц*	*неп*	≥5,4	≥5,4	≥5,8	≥6,7 для 90% всех возможных комбинаций каналов, ≥ 6,0 для 100% всех возможных комбинаций каналов

* 0,3 ÷ 2,0 *кгц*—для искусственных цепей в кабелях со звёздной скруткой.

** 1,0; 0,5; 0,3; 0,5; 1,0 — для искусственных цепей в кабелях со звёздной скруткой.

*** При атмосферных условиях «сухо» и «сыро», +20°С; нормы относятся как к цепям с оконечными усилителями, так и к цепям без них.

**** Нормы относятся к цепям с оконечными усилителями; при отсутствии оконечных усилителей они снижаются соответственно до 0,6 и 1,0.

точное затухание генерации в обратном направлении передачи; пусть они будут соответственно b_1 и b_2; тогда устойчивость

$$\sigma = b_r - \frac{b_1 + b_2}{2}, \qquad (3)$$

где b_r — среднее остаточное затухание канала в нормальных условнях;

ж) измеряют переходное затухание при частоте 800 *гц* между коммутаторными клеммами данного канала и других каналов, образованных как на той же, так и на соседних параллельных цепях;

з) измеряют при помощи псофометра напряжение шума при нагрузке противоположного конца канала на сопротнвление 600 *ом*;

и) проверяют канал на прохожденне разговора и вызова в обоих направленнях передачи.

Все электрические характеристикн канала должны удовлетворять нормам, указанным ниже.

ОСНОВНЫЕ НОРМЫ ПЕРЕДАЧИ ДЛЯ ТЕЛЕФОННЫХ КАНАЛОВ Т. Ч.

Основные электрические характеристики телефонных каналов т. ч. различного типа и нормированные значения этих характернстик указаны в табл. 158.

Прн пользовании нормами табл. 158 следует иметь в виду, что нормы для телефонных каналов т. ч. на кабельных линиях составлены на основании норм МККФ для кабельных линий с учётом особенностей устройства дальней телефонной связи на железнодорожном транспорте СССР. Этн нормы следует поэтому рассматривать как ориентировочные.

Данные табл. 158 не исчерпывают всех электрических характернстик телефонных каналов, организованных на кабельных линиях. В частности, в таблице не указаны нормы для времени распространения и для разности времён распространения, определяющей фазовые искажения, так как пока ещё не установлено распределение этих величин для каналов железнодорожной связи. Общее время распространения при телефонной связи двух абонентов не должно превышать 250 *м/сек*. Наибольшая разность времён распространения токов с частотой 0,8 *кгц* и низшей передаваемой частотой не должна превосходить 50 *м/сек*; она же для токов с частотой 0,8 *кгц* и высшей передаваемой частотой не должна превосходить 25 *м/сек*.

ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАСЧЁТА ТЕЛЕФОННЫХ КАНАЛОВ Т. Ч.

Электрические расчёты каналов т. ч., организуемых на воздушных линиях

Основными электрическими расчётами при проектировании телефонных каналов тональной частоты являются: проверка правильности размещения промежуточных усилителей вдоль магистрали путём построения диаграммы уровней, проверка устойчивостн и расчёт защищённостн от переходного разговора между каналами, организованными на параллельных цепях.

Расчёт затухания усилительного участка производится согласно правилам расчёта рабочего затухания.

Так как на протяжении одного усилительного участка обычно больших неоднородностей не допускается (в случае наличия, например, при кабельных вставках их устраняют путём включения согласовывающих контуров илн автотрансформаторов), то в большинстве случаев это затухание может быть определено по формуле

$$b_{уч} = 2b_{ф} + b_l + \Sigma b_к + \Sigma b_{at} + \Sigma b_{обх} + \Sigma b_{зф}, \qquad (4)$$

где b_l — затухание воздушной линии;

$b_к$ — затухание кабельной вставки;

$b_ф$ — затухание системы линейных фильтров, включая переходные трансформаторы на одном конце усилительного участка;

b_{at} — затухание согласовывающего автотрансформатора;

$b_{обх}$ — затухание обходных фильтров, устанавливаемых для обхода аппаратуры уплотнения в пунктах, где канал т. ч. не нмеет усилителей;

$b_{зф}$ — затухание заградительных фильтров, включаемых в цепи, параллельные цепи уплотнённой аппаратурой двенадцатнканальной системы, для ограждения промежуточных усилителей последней от обратной связи через соседние цепи.

Значения величин $b_ф$, b_{at}, $b_{обх}$ н $b_{зф}$ указаны в табл. 159.

Таблица 159

Значения затухания элементов линейной цепн, принимаемые при расчётах каналов т. ч.

Обозначение величины	Рекомендуемая величина в неперах при частоте 0,8 *кгц*	Примечание
b_l	0,05	Для отдельного переходного трансформатора
$b_ф$	0,15	Для цветных цепей
$b_ф$	0,10	Для стальных цепей
b_{at}	0,05	
$b_{обх}$	0,06	Принимается при обходе усилителя многоканальной системы в. ч.
$b_{зф}$	0,02	

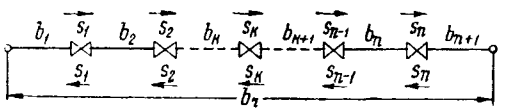
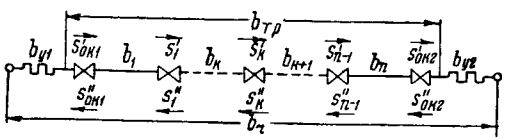
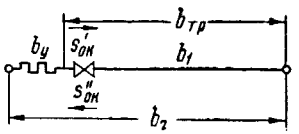
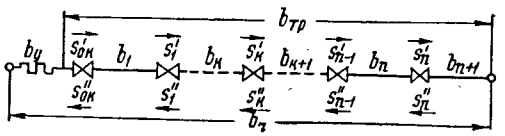
Расчёт усиления усилителей может быть произведён одним из способов, указанных в табл. 160.

Прн этом принимают значение p_o до $+0{,}6$ *неп*, а значения $b_{тр} = 0$ для каналов магистральной связи и $0{,}1 - 0{,}2$ *неп* для каналов внутридорожной связи.

После определения величин усиления промежуточных и оконечных усилителей строят

Таблица 160

Формулы для расчёта усилений оконечных и промежуточных дуплексных усилителей

Вид канала	Расчётная схема	Формулы для расчёта усиления	Примечание
Канал без оконечных усилителей		$s_1 = b_1 + \frac{b_2}{2} - \frac{b_r}{2}$; $s_к = \frac{b_к + b_{к+1}}{2}$; $s_n = b_{n+1} + \frac{b_n}{2} - \frac{b_r}{2}$	
Канал с двумя оконечными усилителями		$s'_{0к1} = p_{01} + b_{y1}$; $s''_{0к2} = p_{02} + b_{y2}$; $s'_к = b_к$; $s''_к = b_к + 1$; $s''_{0к1} = b_1 - p_{02} - b_{y2} - b_{Tp}$; $s'_{0к2} = b_{n+1} - p_{01} - b_{y1} - b_{Tp}$	
Канал с одним оконечным усилителем и одним усилительным участком		$s'_{0к} = s''_{0к} = b_y + p_0$	Предполагается, что $p_0 = b_1 - b_r$ и $b_y = b_r - b_{Tp}$
Канал с одним оконечным усилителем и $n+1$ усилительными участками		$s'_{0к} = b_y + p_0$; $s'_к = b_к + \frac{1}{n}(b_{n+1} - p_0 - b_r)$; $s''_к = b_к + 1$; $s''_{0к} = b_1 - b_{Tp}$	Предполагается, что $b_y = b_r - b_{Tp}$

Обозначения величин:

$b_1, b_2, \ldots, b_к, \ldots, b_n, b_{n+1}$ — затухания цепи на усилительных участках в неперах при частоте 0,8 *кгц*;

b_r — остаточное затухание канала в неперах при частоте 0,8 *кгц*;

b_y — затухание транзитного усилителя в неперах;

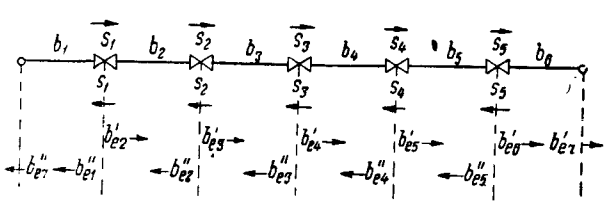
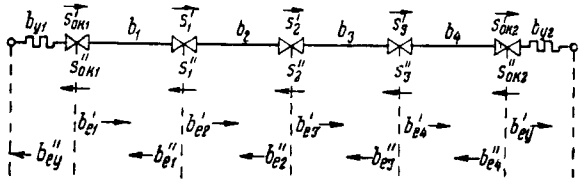
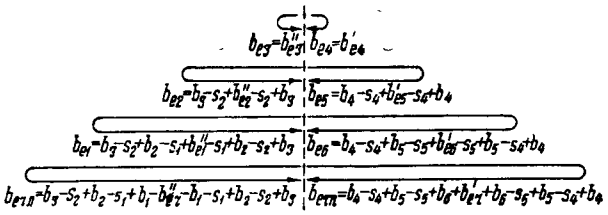
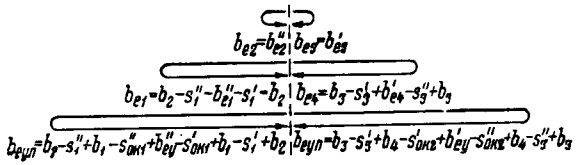
b_{Tp} — транзитное ватухание в неперах;

p_0 — начальный уровень в неперах;

s — усиление усилителя в неперах.

Таблица 161

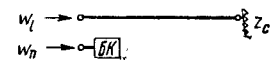
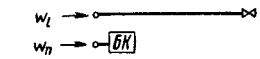
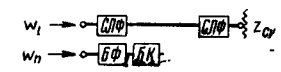
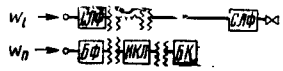
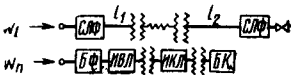
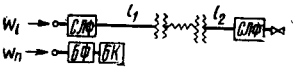
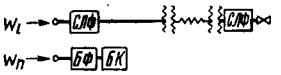
Порядок расчёта устойчивости телефоиного каиала с дуплексиыми усилителями

Вид канала	Канал без оконечных усилителей	Канал с оконечными усилителями
Схема канала Пассивные балансные затухания		
Пути генерации и приведённые пассивные балансные затухания		
Активные балансные затухания без учёта последнего пути генерации	$b'_{eал} = -\frac{1}{2}\ln\left[e^{-2b_{e1}} + e^{-2b_{e2}} + e^{-2b_{e3}}\right]$; $b'_{eaн} = -\frac{1}{2}\ln\left[e^{-2b_{e4}} + e^{-2b_{e5}} + e^{-2b_{e6}}\right]$	$b'_{eал} = -\frac{1}{2}\ln\left[e^{-2b_{e1}} + e^{-2b_{e2}}\right]$; $b'_{eaн} = -\frac{1}{2}\ln\left[e^{-2b_{e3}} + e^{-2b_{e4}}\right]$
Активные балансные затухания с учётом последнего пути генерации	$b_{eал} = -\ln\left[e^{-2b_{eал}} + e^{-b'_{erл}}\right]$; $b_{eaн} = -\ln\left[e^{-b_{eaн}} + e^{-b'_{ern}}\right]$	$b'_{eал} = -\ln\left[e^{-b'_{eал}} + e^{-b_{eул}}\right]$; $b_{eaн} = -\ln\left[e^{-b'_{eaн}} + e^{-b_{eун}}\right]$
Критическое усиление	$s_0 = \frac{b_{eал} + b_{eaн}}{2}$	$s_0 = \frac{b_{eал} + b_{eaн}}{2}$
Среднее усиление усилителя	$\bar{s}_э = s_э$	$\bar{s}_э = \frac{s'_э + s''_э}{2}$
Устойчивость	$\sigma_э = s_0 - \bar{s}_э$	$\sigma_э = s_0 - \bar{s}_э$

Примечание. Все величины в неперах.

Таблица 162

Формулы для расчёта пассивных балансных затуханий

Схемы усилительного участка	Расчётные формулы
Однородная неуплотнённая линия 	$b_e = b_{el}$
Однородная неуплотнённая линия при нагрузке на усилитель 	$e^{-2b_e} = e^{-2b_{el}} + e^{-2\left(b'_{er}+2b_l\right)}$
Однородная уплотнённая линия 	$e^{-2b_e} = e^{-2b_{ef}} + e^{-2(b_{el}+2b_f)} + e^{-2[b_{elf}+2(b_f+b_l)]}$
Однородная уплотнённая линия при нагрузке на усилитель 	$e^{-2b_e} = e^{-2b_{ef}} + e^{-2(b_{el}+2b_f)} + e^{-2[b_{elf}+2(b_f+b_l)]} + e^{-2\left[b'_{er}+2\left(b_l+2b_f\right)\right]}$
Уплотнённая линия с кабельной вставкой вначале при нагрузке на усилитель 	$e^{-2b_e} = e^{-2b_{ef}} + e^{-2(b_{et}+2b_f)} + e^{-2[b_{ek}+2(b_f+b_{at})]} + e^{-2[b_{et}+2(b_f+b_{at}+b_k)]} + e^{-2[b_{el}+2(b_f+2b_{at}+b_k)]} + e^{-2[b_{elf}+2(b_f+2b_{at}+b_k+b_l)]} + e^{-2\left[b'_{er}+2(2b_f+2b_{at}+b_k+b_l)\right]}$
Уплотнённая линия с промежуточной кабельной вставкой ближе 150 км при нагрузке на усилитель 	$e^{-2b_e} = e^{-2b_{ef}} + e^{-2(b_{el}+2b_f)} + e^{-2[b_{et}+2(b_f+b_{l1})]} + e^{-2[b_{ek}+2(b_f+b_{l1}+b_{at})]} + e^{-2[b_{et}+2(b_f+b_{l1}+b_{at}+b_k)]} + e^{-2[b_{el}+2(b_f+b_{l1}+2b_{at}+b_k)]} + e^{-2[b_{elf}+2(b_f+b_{l1}+2b_{at}+b_k+b_{l2})]} + e^{-2\left[b'_{er}+2(2b_f+b_{l1}+2b_{at}+b_k+b_{l2})\right]}$
Уплотнённая линия с промежуточной кабельной вставкой (дальше 150 км) при нагрузке на усилитель 	$e^{-2b_e} = e^{-2b_{ef}} + e^{-2(b_{el}+2b_f)} + e^{-2[b_{elt}+2(b_{l1}+b_f)]} + e^{-2[b_{etk}+2(b_f+b_{l1}+b_{at})]} + e^{-2[b_{etk}+2(b_f+b_{l1}+b_{at}+b_k)]} + e^{-2[b_{elt}+2(b_f+b_{el}+2b_{at}+b_k)]} + e^{-2[b_{elf}+2(b_f+b_{l1}+2b_{at}+b_k+b_{l_2})]} + e^{-2\left[b'_{er}+2(2b_f+b_{l1}+2b_{at}+b_k+b_{l2})\right]}$
Уплотнённая линия с кабельной вставкой на конце (дальше 150 км) при нагрузке на усилитель 	$e^{-2b_e} = e^{-2b_{ef}} + e^{-2(b_{el}+2b_f)} + e^{-2[b_{elt}+2(b_l+b_f)]} + e^{-2[b_{etk}+2(b_f+b_l+b_{at})]} + e^{-2[b_{etk}+2(b_f+b_l+b_{at}+b_k)]} + e^{-2[b_{elf}+2(b_f+b_l+2b_{at}+b_k)]} + e^{-2\left[b'_{er}+2(2b_f+b_l+2b_{at}+b_k)\right]}$

диаграммы уровня в обоих направлениях передачи.

Уровни передачи нигде не должны выходить за пределы, установленные нормами, а усиление усилителей не должно превосходить усилительной способности аппаратуры.

Расчёт устойчивости канала тональной частоты сводится к расчёту устойчивости каждого из усилителей, включённых в цепь. Наименьшая величина устойчивости, полученная при этом расчёте (обычно среднего усилителя), определяет собой устойчивость всего канала в целом.

Порядок расчёта устойчивости указан в табл. 161 для каналов, не оборудованных и оборудованных оконечными уснлителями.

Если канал оборудован оконечным усилителем на одном конце, то для той стороны рассматриваемого усилителя, которая примыкает к оконечному усилителю, расчёт активного балансного затухания b_{ean} или соответственно b_{eal} ведут так, как указано в табл. 161 для случая канала с оконечными усилителями; для второй стороны рассматриваемого усилителя расчёт величины активного балансного затухания (b_{ean} или b_{eal}) ведут по способу, указанному в табл. 161 для случая канала без оконечных усилителей.

Величины пассивных балансных затуханий определяют по формулам, приведённым в табл. 162, или им аналогичным. С влиянием пунктов включения фильтров для обхода усилителей многоканальных систем при расчёте пассивных балансных затуханий можно не считаться.

Величины затуханий всякого рода неоднородностей и несогласованностей, используемых при расчёте устойчивости, указаны в табл. 163.

Ожидаемые колебания остаточного затухания канала определяют по формулам:

$$+\Delta b_r = \sqrt{(\Delta b_{r1})^2 + (\Delta b'_{r2})^2}; \qquad (5)$$

$$-\Delta b_r = \sqrt{(\Delta b_{r1})^2 + (\Delta b''_{r2})^2}. \qquad (6)$$

В этих формулах: Δb_{r1} — колебание остаточного затухания, обусловленное колебанием изменения режима источников питания усилителей, которое для усилителей типа ТДУ-35 находят по формуле

$$\Delta b_{r1} = \pm 0{,}06\sqrt{n}\ неп, \qquad (7)$$

где n — число усилителей в цепи, считая и оконечные;

Δb_{r2} — колебание остаточного затухания линии, обусловленное изменением затухания линии в зависимости от изменения атмосферных условий (табл. 164).

Устойчивость цепи при вероятных колебаниях остаточного затухания сохранится, если $|-\Delta b_r| < \sigma$.

Расчёт защищённости от переходного разговора между телефонными каналами, организованными на параллельных цепях, с достаточной для практических целей точностью ведётся по формулам, приведённым в табл. 165.

Таблица 163

Затухания неоднородности и несогласованности, используемые при расчётах устойчивости

Нанменование величины	Обозначение	Рекомендуемое значение в неперах
Затухание неоднородности воздушной линии для цепей из цветного металла	b_{el}	3,1
То же для стальных цепей: при частоте 0,3 *кгц*	b_{el}	2,6
» » 0,8 »	b_{el}	3,2
» » 2,0 »	b_{el}	4,0
Затухание неоднородности линейных и балансных фильтров с учётом переходного трансформатора	b_{ef}	3,5
Затухание неоднородности воздушной линии с искусственной воздушной линией	$b_{ел}$	4,0
Затухание неоднородности кабельной линии с искусственной кабельной линией	$b_{ек}$	4,0
Затухание неоднородности линейного трансформатора (или автотрансформатора) и балансного трансформатора (или автотрансформатора)	b_{et}	4,0
Затухание несогласованности воздушной линии с линейным фильтром	b_{elf}	2,8
Затухание несогласованности автотрансформатора с кабельной линией	b_{etk}	2,8
Затухание несогласованности воздушной линии с автотрансформатором	b_{elt}	2,8
Затухание несогласованности на конце рассматриваемого участка при холостом ходе	b_{er}	0,0
Затухание несогласованности на конце рассматриваемого участка при нагрузке на гарнитуру телефонистки	b_{er}	0,6
Затухание несогласованности на конце рассматриваемого участка при нагрузке на промежуточный усилитель	b_{er}	1,6

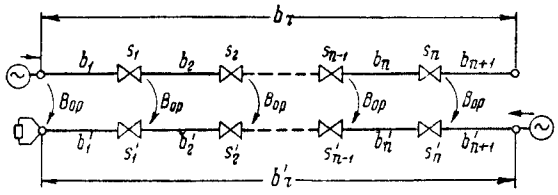
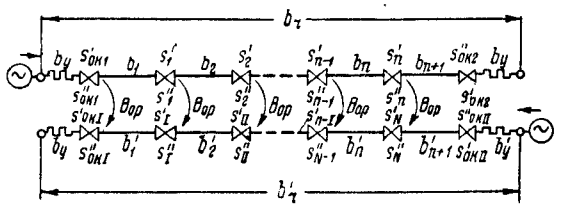
Таблица 164

Величины колебания остаточного затухания, обусловленные изменением затухания воздушной медной линии с течением времени

Длина воздушной медной линии в *км*	Диаметр проводов в *мм*		
	3,0	3,5	4,0
	колебание остаточного затухания в неперах		
400	+0,15 −0,08	+0,14 −0,06	+0,13 −0,05
800	+0,29 −0,13	+0,27 −0,10	+0,26 −0,07
1 200	+0.37 −0,16	+0,35 −0,12	+0,33 −0,09
1 600	+0.41 −0,18	+0,39 −0,14	+0,37 −0,11

Таблица 165

Расчёт защищённости от переходного разговора между телефонными каналами, организованными на параллельных цепях

Род телефонных каналов	Расчётная схема	Расчётная формула
Каналы без оконечных усилителей		$\xi = B_{0p} - \bar{b} + \frac{1}{2}\Delta b_r - \frac{1}{2}\ln\left[n + e^{-2(\bar{b}-\bar{b}_r)}\right]$
Каналы с оконечными усилителями		$\xi = B_{0p} - \bar{b}' + b'_{Tp} - \Delta p - \frac{1}{2}\ln(n+1)$

Обозначения величин:

ξ — защищённость от переходного разговора;

B_{0p} — результирующая величина переходного затухания на ближнем конце;

b_k или b'_k — затухание на k-ом усилительном участке;

$\bar{b} = \dfrac{\sum_1^{n+1} b_k + \sum_1^{n+1} b'_k}{2(n+1)}$ — среднее значение затухания на усилительных участках, влияющего и подверженного влиянию каналов;

$\bar{b}' = \dfrac{\sum_1^{n+1} b_k}{n+1}$ — среднее значение затухания на усилительных участках канала, подверженного влиянию;

$\bar{b}_r = \dfrac{b_r + b'_r}{2}$ — среднее значение остаточного затухания влияющего и подверженного влиянию каналов;

$\Delta b_r = b_r - b'_r$;

b_{Tp} — транзитное затухание канала, подверженного влиянию;

Δp — разность уровней на выходе оконечных усилителей, влияющего и подверженного влиянию каналов;

$n+1$ — число усилительных участков.

Электрические расчёты каналов т. ч., организуемых на кабельных линиях

Двухпроводные каналы т. ч. При электрических расчётах канала т. ч. по кабельным линиям в основном следует руководствоваться правилами, приведёнными в предыдущем разделе. При этом, однако, рекомендуется учитывать следующее.

а) Число усилительных участков не должно превосходить 5—6.

б) Затухания участков определяют при наибольшей температуре, наблюдающейся на трассе прохождения кабеля не менее чем в течение 10 суток за период одного года.

в) При расчёте затухания усилительных участков, кроме затухания кабельной цепи, учитывается затухание конечных и промежуточных переходных трансформаторов и приборов уплотнения для наложения подтонального телеграфа в размере 0,05 *неп*.

Если конечные переходные трансформаторы входят в комплект оборудования усилителя и учитываются при измерении усиления усилителей, то они не принимаются во внимание при определении усиления усилителей.

г) При выборе величины уровней передачи необходимо иметь в виду, что основными факторами, определяющими их значения в двухпроводных цепях, являются переходной разговор на ближнем конце и устойчивость связи.

С точки зрения обеспечения наибольшей величины переходного затухания на ближнем конце желательно было бы соблюдение

в каждом направлении передачи одинаковых величин уровня на выходе всех промежуточных усилителей. Однако с точки зрения устойчивости связи выгодным было бы иное распределение уровня передачи, а именно: последовательное уменьшение их на выходе каждого промежуточного усилителя в каждом направлении передачи.

Так как указанные требования к распределению уровней передачи вдоль цепи несовместимы, то можно пользоваться компромиссным решением: в каждом направлении передачи последовательно снижать уровень передачи на выходе промежуточных усилителей на 0,05 *неп* при средних температурных условиях; усиление оконечного приёмного усилителя при этом следует выбирать такой величины, чтобы получилась требуемая величина остаточного затухания канала. При этом усиления усилителей получаются различными в разных направлениях передач.

д) Для увеличения переходного затухания на ближнем конце не следует допускать параллельного пробега двух каналов в одной и той же четвёрке более чем на протяжении одного усилительного участка.

е) При длине двухпроводных каналов т. ч., не превышающей 500—600 *км*, с явлением фазовых искажений в каналах можно не считаться.

ж) При учёте колебаний остаточного затухания канала в зависимости от температуры вычисление постоянной затухания кабельной цепи при температуре t°С, отличной от расчётной температуры, может быть произведено по формуле

$$\beta_t = \beta\,(1 \pm 0{,}0043\,\Delta t), \qquad (8)$$

где Δt — изменение температуры в °С.

Если отсутствуют точные данные о суточных колебаниях температуры, то для ориентировочных расчётов можно приимать для воздушных кабелей $\Delta t = 10 \div 15$°С, для подземных кабелей $\Delta t = 3 \div 5$°С.

Годовые колебания температуры примерно в 2,5 — 3 раза больше суточных. Полное изменение затухания линейной цепи длиной l *км* может быть определено по формуле

$$\Delta b_r'' = \Delta b_l = \pm 0{,}0043\,\Delta t\, b_l, \qquad (9)$$

где $b_l = \beta l$ — затухание всей линии.

Изменение остаточного затухания, обусловленное колебаниями усиления усилителей, вследствие колебаний питающих напряжений и старения ламп, т. е. величина $\Delta b_r'$, может быть определено по выражению, аналогичному (7).

Результирующее ожидаемое колебаиие остаточного затухания составляет

$$\Delta b_r = \pm \sqrt{(\Delta b_r')^2 + (\Delta b_r'')^2}\,. \qquad (10)$$

Четырёхпроводиые каналы т. ч. Электрические расчёты четырёхпроводных каналов должны выполняться с учётом следующих соображений:

1. Затухания усилительных участков определяют путём сложения собственных затуханий элементов, входящих в линейную цепь (предполагается, что указанные элементы в достаточной степени согласованы друг с другом).

2. Усиление оконечного усилителя в направлении передачи выбирают такой величины, чтобы в начале цепи обеспечивалась требуемая величина уровня передачи, равная $(+0{,}6) \div (+0{,}8)$ *неп*.

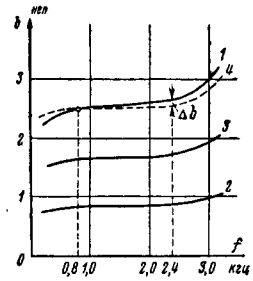
Усиленне промежуточных усилителей должно быть таково, чтобы уровень передачи в начале усилительных участков был равен по возможности $+0{,}6$ *неп* и во всяком случае не превышал $+0{,}8$ *неп* и не был ниже $+0{,}2$ *неп* при частоте 800 *гц*.

Величину усиления оконечного усилителя в направлении приёма выбирают так, чтобы обеспечивалась принятая величина остаточного затухания при оконечном трафике.

3. Если длина большого числа участков цепи значительно отличается от нормальной длины (140 или 70 *км* при средней степени повышения индуктивности), то предусматривают выравнивание каждого участка в отдельности. Если при этом какой-либо участок настолько короток, что нехватает положений регуляторов усиления, то следует предусмотреть включение искусственной линии затухания.

В случае, если большинство усилительных участков цепи сравнительно мало отличается по длине от номинальной длины усилительного участка, то для устранения амплитудных искажений в цепь можно включить один выравнивающий контур, компенсирующий искажения во всей цепи, а кривые усиления усилителя подбирать под номинальную длину участка. Указанный выравниватель включают на входе усилителя, непосредственно следующего за наиболее коротким усилительным участком.

Частотную кривую затухания этого выравнивателя в таком случае определяют следующим образом. Пусть, например, длина четырёхпроводной цепи с жилами диаметром 0,9 *мм* со средней степенью повышения индуктивности и с четырьмя усилительными участками на x *км* меньше суммы номинальных длин усилительных участков, равной, например, $4 \times 140 = 560$ *км*. Если кривая усиления промежуточных усилителей будет соответствовать номинальной длине участка, то в каждом направлении передачи кривая линейного остаточного затухания исказится и в области частот свыше 800 *гц* пойдёт более полого. Это искажение должно быть устранено путём включения в цепь дополнительного выравнивателя. Его затухание должно дополнить затухание всей цепи до номинального значения. Способ определения частотной кривой затухания этого дополнительного выравнивателя представлен на фиг. 196. На этой фигуре кривая *1* представляет кривую затухания четырёхпроводной линии с усилительными участками



Фиг. 196. К определению затухания выравнивателя

номинальной длины. Кривая *2* на той же фигуре изображает кривую затухания участка цепи длиной x *км*. Точки для построения этой кривой могут быть получены по формуле

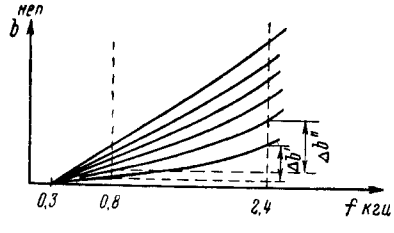
$$b_x = b_н \frac{x}{l}, \qquad (11)$$

где x — разность между суммой номинальных длин усилительных участков и действительной длиной цепи;
b_x — затухание цепи длиной x *км*;
$b_н$ — затухание участка номинальной длины;
l — номинальная длина усилительного участка.

Кривая *3* на фиг. 196 представляет разность кривых *1* и *2*, которая является действительной частотной зависимостью затухания рассматриваемой линии ($4 \cdot 140 - x$ *км*).

Недостающее затухание при частоте 800 *гц* должно быть затем введено в цепь при помощи уменьшения положений регуляторов усиления усилителей (это должно быть сделано по возможности на усилителях, примыкающих к наиболее короткому усилительному участку) или путём включения в линию удлинителя. В результате кривая *3* сдвинется параллельно самой себе вверх и займёт положение пунктирной кривой *4*. Разность между кривыми *1* и *4* представит то затухание, которым должен обладать дополнительный выравниватель. Пусть, например, при частоте 2 400 *гц* его затухание будет равно Δb *неп*. Далее, пользуясь семейством кривых переменного выравнивателя, соответствующего типу данной линии, находят такую кривую, которая обладает разностью затухания при частотах 2 400 и 800 *гц*, ближе всего подходящей к найденной выше величине Δb (фиг. 197).

При определении области дополнительного выравнивания следует иметь в виду, что на линиях со средней степенью повышения индуктивности выравнивание следует производить главным образом в области частот свыше 800 *гц*, а на линиях с малой степенью повышения индуктивности — в области частот ниже 800 *гц*.



Фиг. 197. Выбор кривой выравнивателя

При применении выравнивателей следует учитывать их начальное затухание.

4. Диаграмму уровня передачи строят обычным образом, причём наибольшие и наименьшие значения уровней не должны по возможности выходить за пределы, установленные нормами. С этой целью не рекомендуется, как указано в п. 2 данного раздела, выбирать усиление промежуточных усилителей бо́льшим той его величины, при которой уровень передачи в начале линии превышает $+0{,}8$ *неп*. При удовлетворении этого условия можно быть уверенным, что при колебаниях затухания линии или усиления усилителей наибольшие значения уровня не будут превосходить максимально допустимой по нормам величины $+1{,}1$ *неп*.

5. Фазовые выравниватели применяют в тех случаях, когда заданная дальность передачи превышает

$$l \geqslant \frac{\Delta t f_0 s}{0{,}13}, \qquad (12)$$

где Δt — разность времён пробега по каналу токов с частотой 800 *гц* и высшей передаваемой частотой;
f_0 — предельная частота кабельной цепи;
s — расстояние между катушками индуктивности.

Требуемую от фазового выравнивателя частотную характеристику времени пробега определяют по формуле

$$t_в = t_{max} - t_f, \qquad (13)$$

где $t_в$ — время пробега через выравниватель при частоте f;
t_{max} — наибольшее время пробега по кабелю;
t_f — время пробега по кабелю при частоте f.

При наличии включённых в кабель выравнивателей дальность передачи по каналу возрастает до величины

$$l_{max} \approx 2{,}23\, t_{max} f_0 s, \qquad (14)$$

где t_{max} — наибольшее допустимое время пробега по кабелю, а f_0 и s имеют указанные выше значения.

6. Проверка влияния эхо. Время пробега по пути тока эхо (при частоте 800 *гц*)

$$t_E = \frac{0{,}636\, l}{f_0 s} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{800}{f_0}\right)^2}}, \qquad (15)$$

где l — длина четырёхпроводной цепи; f_0 и s имеют прежние значения.

Затухание на пути тока эхо

$$b_E = 2b_r + b_e, \qquad (16)$$

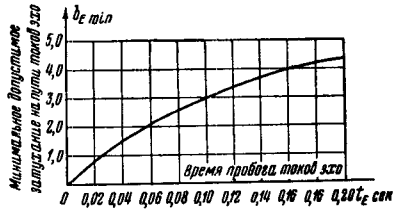
где b_r — остаточное затухание канала при $f = 800$ *гц*;
b_e — затухание несогласованности оконечной дифференциальной системы. Эту величину обычно принимают равной 0,6 *неп*.

После определения t_E и b_E по фиг. 198 определяют наименьшее допустимое затухание на пути тока эхо $b_{E\,min}$ в зависимости от величины t_E.

Если разность $b_E - b_{E\,min} \geqslant 0$, то цепь считается удовлетворительной с точки зрения эхо. Если же $b_E - b_{E\,min} < 0$, то в цепь включают заградители эхо.

В случае, если явления отражения, обусловливающие возникновение электрического

эхо, возникают не только в оконечных, но и в промежуточных точках цепи, например при транзитном соединении двух четырёхпроводных цепей по двухпроводной схеме (фиг. 199), то должно быть удовлетворено соотношение:



Фиг. 198. Минимально допустимое затухание на пути тока эхо в зависимости от времени пробега токов эхо

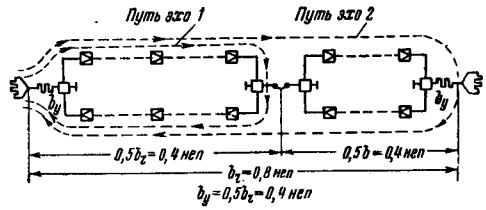
$$e^{-2\left(b_E - b_{E\min}\right)} = e^{-2\left(b''_E - b''_{E\min}\right)} + e^{-2\left(b''_E - b''_{E\min}\right)} + e^{-2\left(b'''_E - b'''_{E\min}\right)} + \ldots \leqslant 1, \quad (17)$$

где величины $b'_E - b'_{E\min}$, $b''_E - b''_{E\min}$ и т. д. имеют прежние значения и вычисляются указаиным выше способом для каждого отдельного пути тока эхо.

В условиях холостого хода

$$\sigma = b_r. \quad (19)$$

Иначе говоря, устойчивость канала определяется наимеиьшим значением остаточного



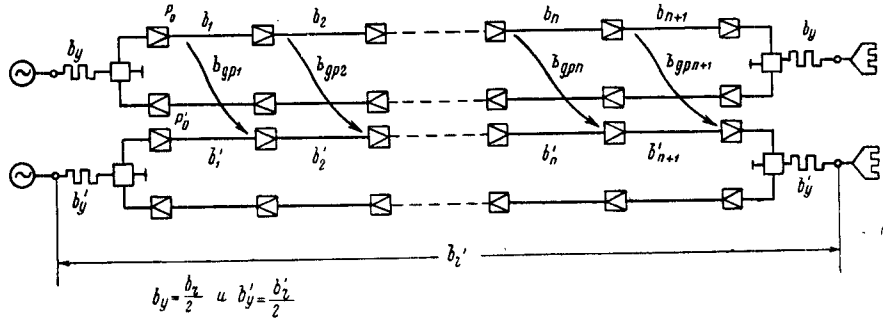
Фиг. 199. К расчёту влияния электрического эхо

затухания в полосе эффективно передаваемых частот.

8. Напряжение шума в канале рассчитывают в тех случаях, когда известны величины напряжеиия шума иа каждом усилительном участке. Суммирование отдельных напряжений шума для определеиия его результирующего значения должио производиться по квадратичному закону.

9. Защищённость от переходного разговора на дальнем конце между четырёхпроводными каналами (фиг. 200) рассчитывают по формуле

$$\zeta = B_{gp} - \overline{b}' - \Delta p + b'_{Tp} - \frac{1}{2}\ln(n+1), \quad (20)$$



Фиг. 200. К расчёту защищённости от встречного переходного разговора

Необходимо отметить, что при вычислении затухания на пути токов эхо по формуле (16) величины b_r и b_e для каждого пути имеют свои значения. Например, в случае схемы по фиг. 199 для первого пути

$$b''_E = 2b_r + b_e = 0{,}8 + 1{,}6 = 2{,}4 \text{ нп}$$

и для второго пути

$$b''_E = 2b_r + b_e = 1{,}6 + 0{,}6 = 2{,}2 \text{ нп}.$$

7. Устойчивость четырёхпроводной цепи

$$\sigma = 2b_y + b_{er}, \quad (18)$$

где b_y — затухание транзитного удлинителя; обычно $b_y = 0{,}5\,b_r$ (b_r — остаточное затухание канала);

b_{er} — затухание несогласованности сопротивления нагрузки с характеристическим сопротивлением удлинителя; в условиях холостого хода $b_{er} = 0$.

где B_{gp} — результирующая величина встречного переходного затухания в пределах усилительного участка; предполагается, что $B_{gp} = B_{gp_1} = B_{gp_2} = \ldots = B_{gpn+1}$;

$\overline{b}'$ — среднее значеиие затухания цепи на усилительных участках канала, подверженного влиянию, равное

$$\frac{b'_1 + b'_2 + \ldots + b'_n + b'_{n+1}}{n+1};$$

Δp — разность верхних уровней в каналах, влияющем и подверженном влиянию, равная $p_0 - p'_0$;

b'_{Tp} — транзитное затухание в канале, подверженном влиянию;

$n+1$ — число усилительных участков.

Защищённость от переходного разговора на ближнем конце между четырёхпроводными каналами определяется так же, как и в случае

влияния между двухпроводными телефонными каналами тональной частоты с оконечными усилителями, т. е. по формулам, приведённым в табл. 165.

ОБОРУДОВАНИЕ КАНАЛОВ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ТЕЛЕФОНИРОВАНИЯ

Общие сведения

Телефонирование токами высокой частоты (в. ч.) осуществляется в настоящее время на железнодорожном транспорте СССР в основном по воздушным цепям и применяется для осуществления магистральных и внутридорожных связей.

Телефонная связь токами в. ч. по воздушным линиям осуществляется по двухпроводным цепям с применением различных частотных полос для передачи в противоположных направлениях, т. е. по схеме, электрически эквивалентной четырёхпроводной цепи. На кабельных линиях для телефонирования токами высокой частоты используют преимущественно однополосные системы связи по четырёхпроводным цепям.

Ниже приводятся основные данные, характеризующие аппаратуру высокочастотного телефонирования, нашедшую распространение на сети связи железнодорожного транспорта СССР.

Одноканальная аппаратура высокочастотного телефонирования без передачи тока несущей частоты типа ОКС

Эта аппаратура, изготовляющаяся отечественной промышленностью, предназначена для уплотнения стальных цепей одним каналом в. ч. телефонирования в полосе частот 2,6—9,2 *кгц*. Она также может быть использована для уплотнения цветных цепей.

В комплект аппаратуры оконечной или усилительной станции входит не только оборудование для одного высокочастотного канала, но также и оборудование для телефонного канала т. ч., занимающего полосу частот 0,3—2,0 *кгц*. Кроме того, предусмотрена возможность уплотнения стальной цепи по схеме телеграфирования по искусственной цепи.

Частотные полосы каналов и несущие частоты указаны в табл. 166.

Таблица 166

Частотные полосы каналов одноканальной системы в. ч. телефонирования по стальным цепям

Наименование телефонного канала двустороннего действия	Номер одностороннего канала	Несущая частота в *кгц*	Рабочая полоса боковых частот в *кгц*
Тональной частоты . .	—	—	0,3÷2,0
Высокой частоты . . .	1	5,4	2,6÷5,1
	1′	6,4	6,7÷9,2

Основные электрические характеристики аппаратуры и образуемых при её помощи каналов указаны в табл. 167.

Таблица 167

Электрические характеристики аппаратуры одноканальной системы для стальных цепей и образуемых при её помощи каналов

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Значение электрической характеристики
Усиление усилителя т. ч., входящего в комплект одноканальной системы при частоте 0,8 *кгц*	*неп*	1,6—1,7
Затухание, компенсируемое оконечной аппаратурой в. ч. при наивысшей передаваемой частоте	»	7,0
Усиление промежуточного усилителя в. ч. при наивысшей передаваемой частоте	»	7,3
Уровень передачи боковой частоты на выходе оконечной станции или промежуточного усилителя в. ч. при подаче нулевого уровня с частотой 0,8 *кгц* на коммутаторные клеммы канала . .	»	Около +2,0 по мощности, +2,35 по напряжению
Остаточное затухание телефонного канала в. ч. при частоте 0,8 *кгц*	»	0,8
Полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам в. ч. . . .	*кгц*	0,3—2,8

Примечание. В данной и последующих таблицах под величинами затухания, компенсируемого аппаратурой, и её усиления следует понимать их максимальные значения, а под величиной остаточного затухания — его номинальное значение.

Скелетные схемы оконечной установки и промежуточного усилителя представлены на фиг. 201 и 202.

Оконечная и промежуточная усилительная аппаратура в. ч. снабжена устройствами автоматической регулировки уровня (*АРУ*). В качестве контрольных частот, управляющих действием приборов *АРУ*, используются несущие частоты 5,4 и 6,4 *кгц*, которые передаются по линии с уровнем, на 2,0 *неп* меньшим уровня боковых частот.

Для передачи и приёма вызова по телефонному каналу в. ч. применена система тонального вызова с частотой 1 000 *гц*.

Аппаратура рассчитана для работы на лампах типа 6Ж7 и 6Ф6.

Всё оборудование как оконечной, так и промежуточной усилительной станции размещается на одной стойке размерами 2 500 × × 530 *мм*. Монтаж оборудования двусторонний.

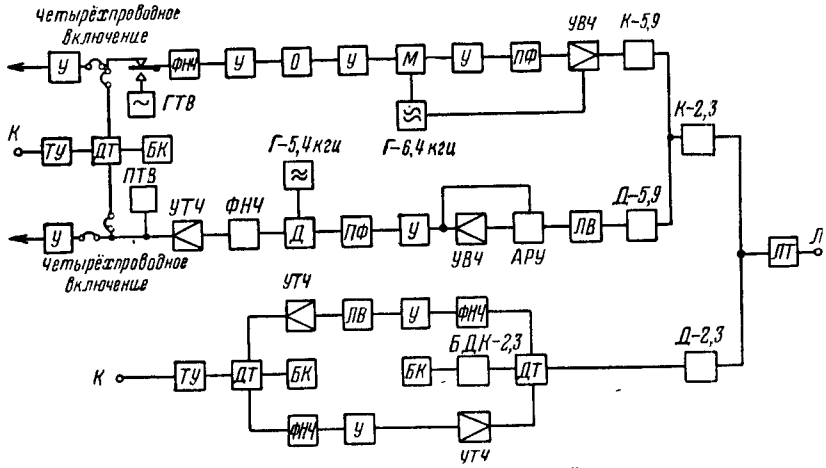
Для электропитания аппаратуры требуются источники постоянного тока с напряжениями 24 и 220 *в*; потребление тока составляет: на оконечную станцию 2,0 *а* при 24 *в* и 0,095 *а* при 220 *в*, на усилительную станцию 1,7 *а* при 24 *в* и 0,085 *а* при 220 *в*.

Аппаратура высокочастотного телефонирования с передачей тока несущей частоты типов СМТ-34 и ТВЧ-34

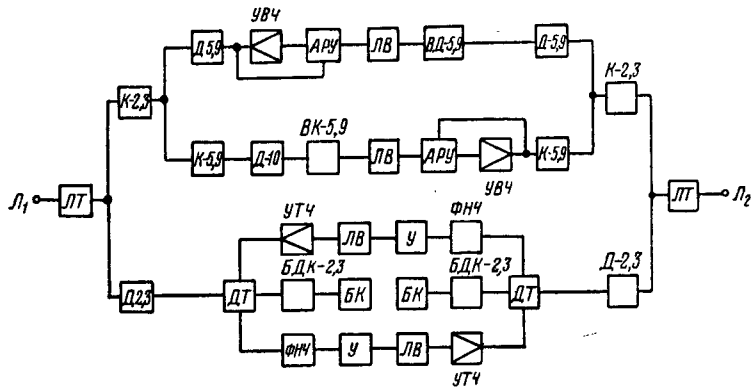
Отечественная аппаратура типа СМТ-34 и ТВЧ-34 первоначально была предназна-

чена для уплотнения цветной цепи тремя разговорами в. ч. в полосе частот от 10,4 до 38,4 *кгц*. Впоследствии также выпускалась

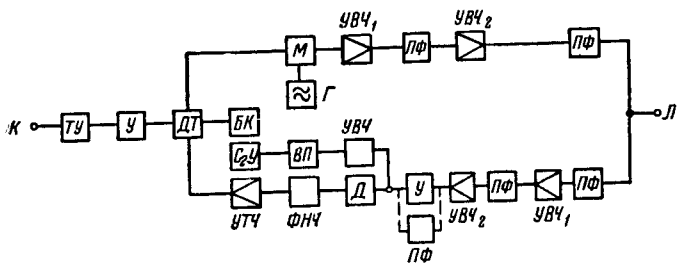
На линиях, уплотнённых трёхканальными системами без передачи тока несущей частоты, применяют расположение частотных



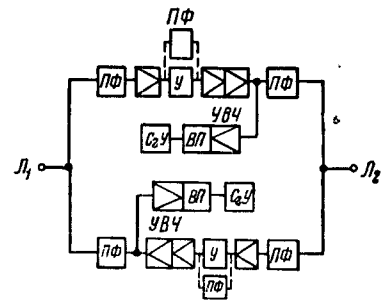
Фиг. 201. Скелетная схема оконечной установки одноканальной системы для стальных цепей



Фиг. 202. Скелетная схема промежуточной установки одноканальной системы для стальных цепей



Фиг. 203. Скелетная схема оконечного полукомплекта в. ч. типа СМТ-34



Фиг. 204. Скелетная схема усилителя в. ч. типа ТВЧ-34

аппаратура четвёртого и пятого разговоров для дополнительного уплотнения в полосе частот 42—65 *кгц*.

Распределение частотных полос отдельных каналов для пяти разговоров указано в табл. 168.

полос каналов № 4 и 5, указанное в табл. 169.

Основные электрические характеристики аппаратуры типа СМТ-34 и ТВЧ-34 и образуемых при помощи её телефонных каналов указаны в табл. 170.

Скелетные схемы оконечного полукомплекта типа СМТ-34 и промежуточного усилителя типа ТВЧ-34 показаны на фиг. 203 и 204 соответственно.

Регуляторы усиления приёмника в оконечных полукомплектах позволяют измеиять его усиление: грубый в. ч. — в пределах 3,5 *неп* ступенями по 0,7 *неп*, точный в. ч. и точный т. ч. в пределах 1,5 *неп* ступенями по 0,1 *неп* каждый. Усилительные элементы промежуточных усилителей снабжены грубым и точным регуляторами в. ч. такого же типа, как и в оконечных полукомплектных.

Оконечная и промежуточная аппаратура снабжена сигнализацией уровня, причём в качестве контрольного тока используют ток несущей частоты. Сигнализатор уровня содержит усилительную и детекторную лампы. Сигнализация уровня приходит в действие

Таблица 168

Распределение частотных полос каналов аппаратуры типа СМТ-34 и ТВЧ-34

Номер двустороннего канала (разговора)	Номер канала	Несущая частота в *кгц*	Передаваемая полоса боковых частот в *кгц*
1	1	12,8	10,4—12,8
	1′	23,0	25,6—28,0
2	2	17,8	15,4—17,8
	2′	33,4	31,0—33,4
3	3	20,7	20,7—23,1
	3′	38,4	36,0—38,4
4	4	42,0	42,0—44,4
	4′	51,0	43,6—51,0
5	5	53,6	53,6—56,0
	5′	62,6	62,6—65,0

Таблица 169

Распределение частотных полос каналов № 4 и 5, применяемых на цепях, уплотняемых трёхканальными системами без передачи тока несущей частоты

Номер двустороннего канала (разговора)	Номер канала	Несущая частота в *кгц*	Передаваемая полоса боковых частот в *кгц*
4	4	44,4	42,0—44,4
	4′	33,4	31,0—33,4
5	5	49,4	47,0—49,4
	5′	38,4	36,0—38,4

Таблица 170

Электрические характеристики аппаратуры типа СМТ-34 и ТВЧ-34 и образуемых при её помощи телефонных каналов

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Значение электрической характеристики
Затухание, компенсируемое оконечной аппаратурой	*неп*	5,0
Усиление промежуточного усилителя	»	5,0
Уровень несущей частоты на выходе оконечной установки или промежуточного усилителя	»	+2,5
Уровень боковой частоты на выходе оконечной установки или промежуточного усилителя при подаче нулевого уровня с частотой 0,8 *кгц* на коммутаторные клеммы канала	»	+ (0,8—1,0)
Остаточное затухание телефонного канала при частоте 0,8 *кгц*	»	1,0
Полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам	*кгц*	0,3—2,4

Регуляторы усиления приёмника в оконечных полукомплектах позволяют измеиять его усиление: грубый в. ч. — в пределах 3,5 *неп* ступенями по 0,7 *неп*, точный в. ч. и точный т. ч. в пределах 1,5 *неп* ступенями по 0,1 *неп* каждый. Усилительные элементы промежуточных усилителей снабжены грубым и точным регуляторами в. ч. такого же типа, как и в оконечных полукомплектных.

Оконечная и промежуточная аппаратура снабжена сигнализацией уровня, причём в качестве контрольного тока используют ток несущей частоты. Сигнализатор уровня содержит усилительную и детекторную лампы. Сигнализация уровня приходит в действие

Таблица 171

Основные эксплуатационные регулировки аппаратуры СМТ-34 и ТВЧ-34

Название регулировки	Способ выполнения
Подбор смещения на сетку модуляторной лампы	Заметив положение стрелки миллиамперметра MA_1, когда ключ *ПРМКл* находится в положении «норм. смещ.», регулируют потенциометр *СмМЛ* до тех пор, пока отсчёт на MA_1 не будет равен замеченному при первом измерении
Проверка уровня несущей частоты на выходе передатчика	Переводят измерительный ключ в положение *Ур. Пер.* и прочитывают показание миллиамперметра MA_2, которое должно соответствовать данным, полученным при первоначальной регулировке связи
Проверка уровней несущей частоты вдоль линии	Проверку начинают с ближайшего промежуточного усилителя. Персонал, обслуживающий этот усилитель, после получения тока несущей частоты должен установить регуляторы усиления в. ч. $P_1У$ и $P_2У$ или $P_6У$ и $P_7У$ так, чтобы зелёная лампа (*УНУ* или *УВУ*) не горела; при этом точный регулятор должен находиться в положении, среднем между двумя положениями, при которых загорается зелёная лампа. Затем производят ту же работу со следующим усилителем
Регулировка усиления приёмника на в. ч.	После получения тока несущей частоты устанавливают регуляторы в. ч. ($P_5УВ$ и $P_6УВ$) так, чтобы зелёная лампа *УПР* не горела. При этом точный регулятор должен находиться в положении, среднем между положениями, при которых загорается лампа *УПР*
Регулировка усиления т. ч. приёмника	В гнездо $Г_2ВХ$ н.ч. на передающем конце включают генератор с частотой 500 *гц* и с нулевым уровнем. На приёмном конце в том же гнезде измеряют уровень приходящего тока на сопротивление 600 *ом*. Регулируя регулятор усиления т. ч. $Р_7УН$, добиваются получения заданной для данного канала величины уровня с точностью ±0,05 *неп*

при изменениях уровня на входе в установку приблизительно на ±0,3 *неп*. Передача вызова осуществлена при помощи перерыва посылки в линию тока несущей частоты. С междугородного коммутатора и на междугородный коммутатор посылается вызывной ток с частотой 25÷50 *гц*. В оконечных полукомплектах и промежуточных усилителях применены электронные лампы типов ТО-141, ТО-142 и УО-186 и бареторы типа 1-Б-17.

Оконечную аппаратуру типа СМТ-34 монтируют на стойках размером 2 500 × 680 *мм*. На каждой стойке размещаются все детали оборудования, необходимые на оконечной станции для осуществления одного двустороннего разговора и его обслуживания. Такая стойка называется оконечным полукомплектом. Прямой и ответный полукомплекты образуют комплект.

Источники электропитания оконечного полукомплекта: 24 ± 2 *в*, расход тока около 2 *а*; 220 ± 10 *в*, расход тока около 0,220 *а* и вызывное напряжение 60÷80 *в* с частотой 25÷50 *гц*. Оборудование промежуточного усилителя ТВЧ-34 на один разговор размещается на стойке размером 2 500 × 680 *мм*.

Источники питания промежуточного усилителя: 24 ± 2 *в*, расход тока 2 *а* и 220 ± ± 10 *в*, расход тока около 0,25 *а*.

Эксплуатационные регулировки аппаратуры СМТ-34 и ТВЧ-34 даны в табл. 171.

Аппаратура высокочастотного телефонирования без передачи тока несущей частоты типов СМТ-35 и ТВЧ-35

Отечественная аппаратура типов СМТ-35 и ТВЧ-35 рассчитана для уплотнения тремя разговорами цепи из цветного металла в полосе частот от 6,5 до 28,5 *кгц*.

Распределение частотных полос каналов на шкале частот дано в табл. 172.

Основные электрические характеристики аппаратуры типов СМТ-35 и ТВЧ-35 и образуемых при её помощи телефонных каналов даны в табл. 173.

Таблица 172

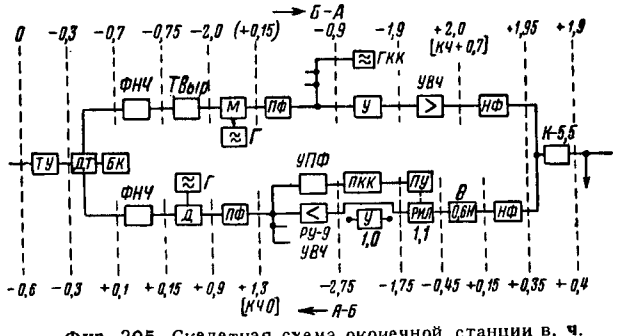
Распределение частотных полос каналов аппаратуры типа СМТ-35

Номер двустороннего канала (разговоры)	Номер канала	Частота несущего тока в *кгц*	Передаваемая полоса боковых частот в *кгц*	Примечание
3	3	6,3	6,5— 9,0	Группа нижних каналов
2	2	9,4	9,6—12,1	
1	1	12,9	13,1—15,6	
2	2′	20,7	18,0—20,5	Группа верхних каналов
1	1′	24,4	21,7—24,2	
3	3′	28,7	26,0—23,5	

Таблица 173

Электрические характеристики аппаратуры типов СМТ-35 и ТВЧ-35 и образуемых при её помощи телефонных каналов

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Значение электрической характеристики
Затухание, компенсируемое оконечной аппаратурой при наивысшей передаваемой частоте	*неп*	5,5
Усиление промежуточного усилителя при наивысшей передаваемой частоте	»	5,5
Уровень боковой частоты на выходе оконечной установки или промежуточного усилителя при подаче нулевого уровня с частотой 0,8 *кгц* на коммутаторные клеммы канала .		+2,0
Остаточное затухание телефонного канала при частоте 0,8 *кгц*	»	0,8
Полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам	*кгц*	0,2—2,7



Фиг. 205. Скелетная схема оконечной станции в. ч. типа СМТ-35

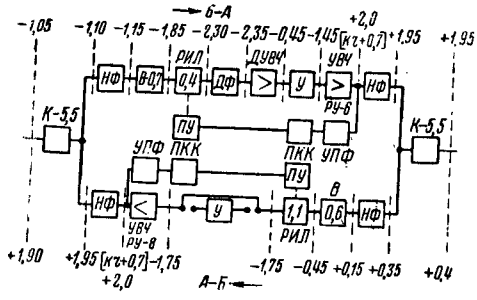
Скелетные схемы оконечной станции типа СМТ-35 и промежуточного усилителя типа ТВЧ-35 с указанием внутренней диаграммы уровней даны на фиг. 205 и 206. Усилитель ТВЧ-35 для биметаллических цепей снабжён дополнительным усилителем для группы низших частот.

Усиление групповых усилителей оконечных станций и промежуточных усилителей составляет около 4,5 *неп* в полосе частот 6,0—26,0 *кгц*. Регуляторы усиления позволяют изменять его ступенями по 0,2 *неп*. Для регулировки усиления в отдельных каналах предусмотрены регуляторы усиления на входе в демодуляторы, имеющие по 16 ступеней, каждая ступень соответствует 0,1 *неп*.

Устройства автоматической регулировки уровня (*АРУ*) приходят в действие при длительном изменении затухания линии на величину, не меньшую (± 0,05) ÷ (± 0,07) *неп*. В этом случае по истечении 3 ÷ 60 сек. срабатывает релейная схема, изменяющая затухание регулируемой искусственной линии затухания (*РИЛ*) до тех пор, пока на выходе группового усилителя не восстановится нормальное значение уровня контрольной частоты.

В качестве контрольной частоты может быть выбрана одна из указанных в табл. 174.

Наиболее удобны частоты 12 950 *гц* для направления *А — Б* и 24 450 *гц* для направления *Б — А*. Уровень тока контрольной



Фиг. 206. Скелетная схема усилителя в. ч. типа СМТ-35

Таблица 174

Контрольные частоты, применяемые в аппаратуре типа СМТ-35

Направление передачи	*А—Б*	*Б—А*
Возможные контрольные частоты в *гц*	6 350, 9 450, 12 950	20 750, 24 450, 28 550

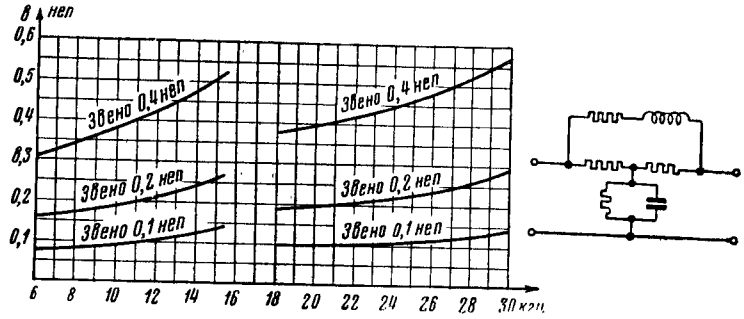
из которых семь звеньев (фиг. 207) с номинальными затуханиями 0,1 *неп* (одно звено), 0,2 *неп* (одно звено) и 0,4 *неп* (пять звеньев) являются искусственными линиями с искажением; восьмое звено представляет удлинитель с затуханием в 0,05 *неп*. Пределы регулировки составляют 2,35 *неп* ступенями по 0,05 *неп*. Выравниватели изготовляются двух типов: I (для участков до 400 *км*) и II (для участков до 550 *км*). Схемы выравнивателей и их кривые затухания даны на фиг. 208. Если длина участка меньше номинальной, то вводят некоторое первоначальное затухание *РИЛ* для дополнения затухания участка до номинальной величины. Для передачи и приёма вызова в аппаратуре применена система тонального вызова с частотой 1 000 *гц*.

Оконечные станции и промежуточные усилители рассчитаны для работы на лампах типов ТО-141, ТО-142 и УО-186 и на бареторах типа 1-Б-17.

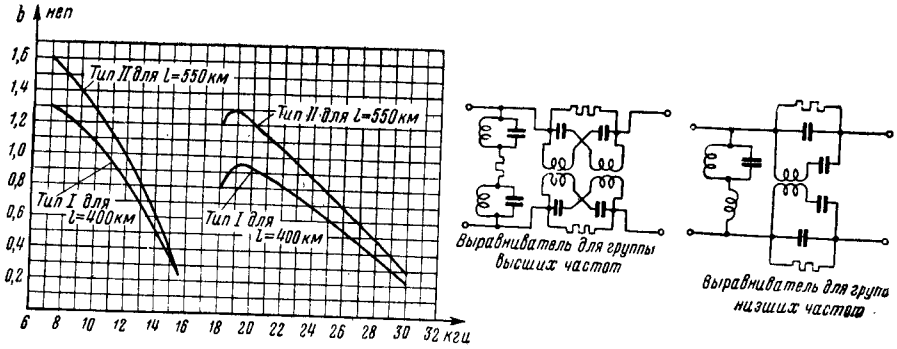
Аппаратура оконечной станции СМТ-35 расположена на восьми стойках размером 2 500 × 526 *мм*.

Оборудование усилителя ТВЧ-35 расположено на шести стойках размерами 2 500 × × 526 *мм*.

Источники питания оконечной станции: 22+ + 1 *в*, расход тока около 20 *а*; 200+6 *в*, расход тока около 1 *а*; 36 + 2 *в*, расход тока около 0,1 *а* и вызывное напряжение 60÷80 с частотой 25÷50 *гц*.



Фиг. 207. Схема звена регулируемой искусственной линии и кривые затухания звеньев



Фиг. 208. Схемы выравнивателей для медных цепей и их кривые затухания

частоты на выходе группового усилителя должен быть +0,7 ±0,2 *неп*.

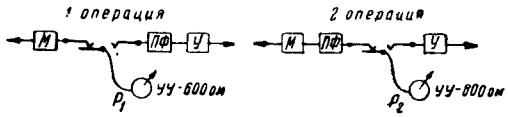
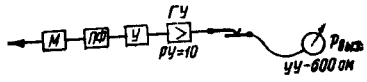
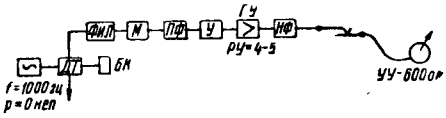
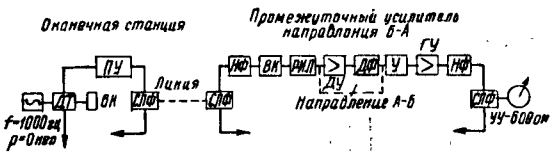
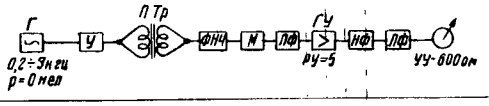
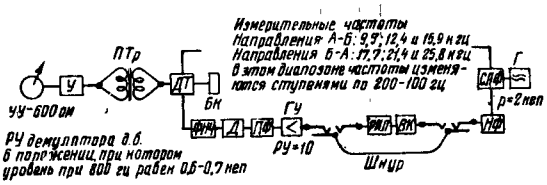
Основной элемент *АРУ*—регулируемая искусственная линия состоит из восьми звеньев,

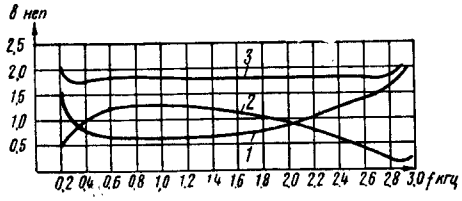
Источники питания усилителя: 22 + 1 *в*, расход тока 8÷9 *а*; 200+6 *в*, расход тока около 0,8 *а*; 36 + 1 *в*, расход тока около 0,2 *а*.

Основные эксплоатационные электрические регулировки аппаратуры типа СМТ-35 со схемами их выполнения и нормами, которым должна удовлетворять аппаратура, указаны в табл. 175. Корректировка кривых остаточного затухания осуществляется при помощи переменных тональных выравнивателей, от которых можно получить 42 кривые затухания. Принцип корректировки показан на фиг. 209.

Таблица 175

Основные эксплоатационные регулировки аппаратуры типа СМТ-35

Название регулировки	Схема измерения	Норма
Регулировка частоты генератора модулятора		$p_1 - p_2 = 1{,}75$ *нп*
Балансировка модулятора		$p_{вых} \leqslant 0$ *нп*
Проверка уровня боковой частоты на оконечной станции		То же
Проверка уровня боковой частоты на промежуточной станции		»
Проверка передающей части оконечной станции		Разница уровней при f = 300, 800 и 2 400 *гц* должна быть не больше 0,2 *нп*
Проверка приёмной части оконечной станции		То же



Фиг. 209. Принцип корректирования остаточного затухания: *1* — кривая остаточного затухания канала в. ч. до корректирования b_r ; *2* — кривая 28 затухания тонального выравнивателя $b_в$; *3* — кривая остаточного затухания канала в. ч. после корректирования $b_r + b_в$

Аппаратура высокочастотного телефонирования типа В-3

Новая отечественная аппаратура высокочастотного телефонирования типа В-3 предназначена для уплотнения воздушных цветных цепей тремя высокочастотными разговорами в полосе частот 6,3—26,7 *кгц*.

Аппаратура спроектирована для работы без передачи по линии тока несущей частоты и построена по групповой системе.

Предусмотрено два варианта распределения частотных полос каналов на шкале частот основной и дополнительной, представленных на фиг. 210. Эти варианты применяются при уплотнении параллельных цепей.

Аппаратура допускает вторичное уплотнение одного из каналов тональным телеграфом.

В остальных двух каналах в этом случае включаются предусмотренные в схеме оконечных станций ограничители амплитуд.

Общая дальность передачи по каналам, образованным при помощи аппаратуры типа В-3, может достигать 10 000 *км*. Наибольшая длина усилительного участка при медных проводах диаметром 4 *мм*, расстоянии между проводами 20 *см* и при условиях погоды «зима, изморозь, толщина отложений до 15 *мм*» может доходить до 400 *км*.

Аппаратура состоит из оконечных станций типа ОВ-3 (СМТ-47) и промежуточных усилителей типа УВ-3 (ТВЧ-47). Основные электрические характеристики аппаратуры типов ОВ-3 и УВ-3 и образуемых при её помощи каналов приведены в табл. 176.

Таблица 176

Электрические характеристики аппаратуры типов ОВ-3 и УВ-3 и образуемых при её помощи телефонных каналов

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Значение электрической характеристики
Затухание, компенсируемое оконечной аппаратурой при наивысшей передаваемой частоте	*неп*	5,7
Усиление промежуточного усилителя при наивысшей передаваемой частоте	»	5,7
Уровень боковой частоты на выходе оконечной установки или промежуточного усилителя при подаче нулевого уровня с частотой 0,8 *кгц* на коммутаторные клеммы канала	»	+2,0
Остаточное затухание телефонного канала при частоте 0.8 *кгц*	»	0,8
Полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам	*кгц*	0,3—2,7

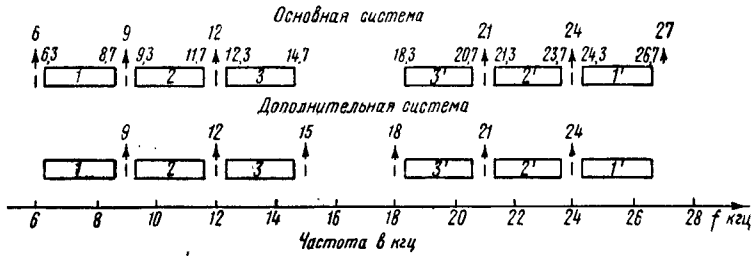
Упрощённые скелетные схемы оконечных станций *А* и *Б* типа ОВ-3 и промежуточного усилителя типа УВ-3 с указанием внутренней диаграммы уровней приведены на фиг. 211, 212 и 213.

Аппаратура снабжена устройствами плоской и наклонной автоматической регулировки уровня и дополнительной ручной регулировки. В каждом направлении передаются две контрольные частоты, а именно (независимо от варианта распределения частотных полос каналов на шкале частот):

в направлении передачи низших частот (*А* — *Б*) 9 и 24 *кгц* и

в направлении передачи высших частот (*Б* — *А*) 15 и 18 *кгц*.

Контрольные частоты 9 и 24 *кгц* используются для управления приборами автоматической регулировки уровня, а частоты 15 и 18 *кгц* — для приведения в действие сигнальных устройств дополнительной ручной регулировки. Частота 9 *кгц* используется также для принудительной синхронизации несущих частот обеих совместно работающих оконечных станций.



Фиг. 210. Распределение частотных полос каналов аппаратуры типа В-3 на шкале частот

Контрольные частоты передаются по линии с уровнями, на 1,5 *неп* меньшими уровней боковых частот.

Все несущие и контрольные частоты кратны частоте 3 *кгц* и получаются, как гармоники этой частоты, от гармонического генератора с основной частотой 3 *кгц*.

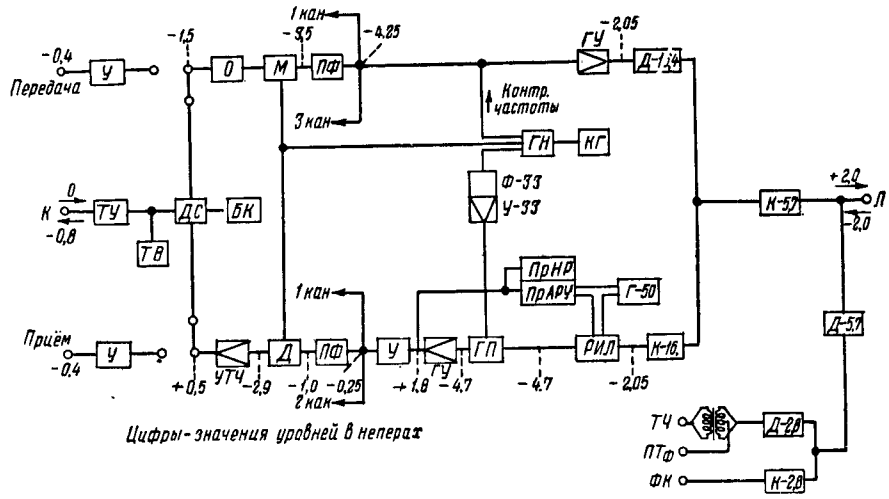
Индивидуальное оборудование оконечных станций представляет собой трёхканальный блок индивидуального оборудования каналов, передающий и принимающий полосу частот от 6,3 до 14,7 *кгц*. Эта полоса частот используется для передачи в направлении *А* — *Б*. Полоса частот, передаваемая в направлении *Б* — *А* (18,3—26,7 *кгц*), получается путём преобразования полосы частот 6,3—14,7 *кгц* в групповом преобразователе частоты, питаемым несущей частотой 33 *кгц*.

Устройство оконечных станций *А* и *Б* допускает преобразование при помощи простых переключений станции *А* в станцию *Б* и наоборот.

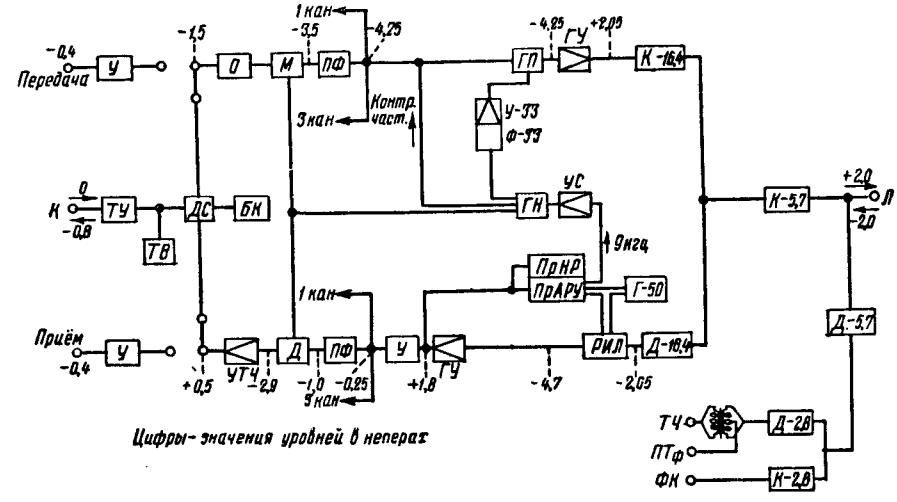
Для передачи и приёма вызова в аппаратуре применена система тонального вызова 1 000/20 или 500/20 *гц*.

Оконечные станции и промежуточные усилители рассчитаны для работы на новых стандартных лампах для аппаратуры дальней связи типов ТО-1 и ТО-2 или ТО-3 и ТО-4. Если станционное напряжение накала стабилизировано, то применяются лампы типов ТО-1 и ТО-2. При нестабилизированном напряжении накала используются лампы типов ТО-3 и ТО-4 с бареторами типа 0,425 Б5,5—12 (для ламп типа ТО-3) и 0,85 Б5,5—12 (для ламп типа ТО-4). В обозначениях бареторов первое число обозначает ток накала, а числа после буквы Б—пределы баретирования.

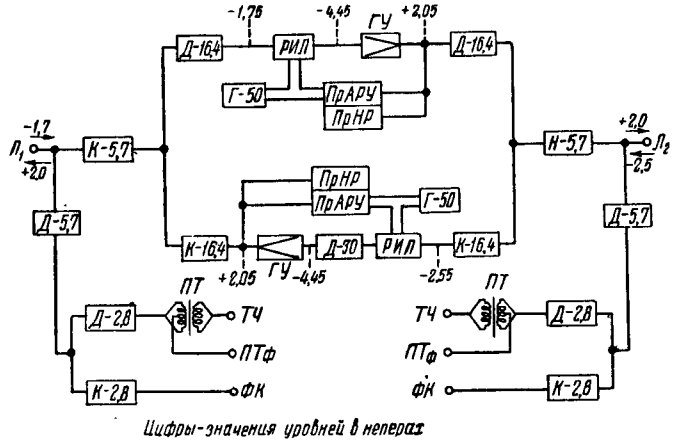
Оборудование оконечной станции типа ОВ-3 располагается на двух стойках размером 2 500 × 646 *мм* каждая, а оборудование промежуточного усилителя — на одной стойке такого же размера.



Фиг. 211. Скелетная схема оконечной станции *А* типа ОВ-3



Фиг. 212. Скелетная схема оконечной станции *Б* типа ОВ-3



Фиг. 213. Скелетная схема промежуточного усилителя типа УВ-3

Таблица 177

Данные о потреблении тока в цепях питания аппаратуры типов ОВ-3 и УВ-3

Тип ламп	Потребление тока в *а*											
	оконечная станция						промежуточный усилитель					
	цепи анодов	цепи накала	сигнальные цепи		транспарант		цепи анодов	цепи накала	сигнальные цепи		транспарант	
			от	до	от	до			от	до	от	до
ТО-1 и ТО-2	0,27 *	4,5 *	0,22	1,0	0,2	0,6	0,18 **	3,5 **	0,1	0,9	0,2	0,6
ТО-3 и ТО-4	0,20	6,0	0,22	1,0	0,2	0,6	0,18	4,7	0,1	0,9	0,2	0,6

* Без нормального генератора.
** Без указателя уровня.

В состав оборудования оконечных и промежуточных усилительных станций, кроме основного оборудования, входят также линейные фильтры ДК-2,8 и ДК-5,7 и соответствующие им балансные фильтры БДК-2,8 и БДК-5,7, линейные и балансные переходные трансформаторы, а также измерительные приборы.

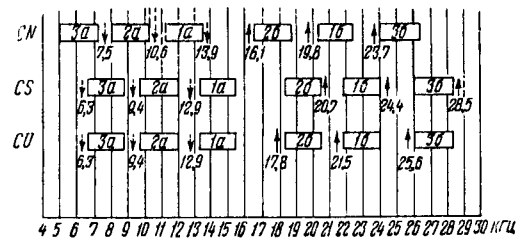
Электропитание аппаратуры может быть осуществлено от источников постоянного тока с напряжениями 24 и 220 *в*, а также от источника переменного тока с напряжением 127 или 220 *в*. В последнем случае аппаратура снабжается питающим устройством, содержащим выпрямители для цепей анодов и сигнализации и понижающий трансформатор для питания цепей накала.

Данные о потреблении тока в цепях питания приведены в табл. 177.

Аппаратура типа В-3 является наиболее совершенной из существующих в настоящее время типов аппаратуры в. ч. трёхканальных систем.

Аппаратура высокочастотного телефонирования без передачи тока несущей частоты типа С

Эта аппаратура, применяемая на некоторых линиях дальней связи железнодорожного транспорта, рассчитана для уплотнения цветных цепей тремя разговорами в полосе частот до 30 *кгц* (фиг. 214). В отношении схем, конструкции и электрических характеристик она



Фиг. 214. Распределение частотных полос каналов аппаратуры типа С на шкале частот

сходна с аппаратурой типов СМТ-35 и ГВЧ-35. Некоторое различие имеется в способе управления затуханием *РИЛ*; так, в аппаратуре С старого типа для этого вместо релейной схемы применены двухходовые ступенчатые переключатели (искатели).

Один из последних выпусков аппаратуры типа С предназначен для уплотнения цветных цепей тремя телефонными каналами двустороннего действия в полосе частот от 6,3 до 28,4 *кгц*. Предусмотрены два варианта распределения частотных полос каналов на шкале частот, обозначаемые ***CS*** и ***CU*** (фиг. 214); они отличаются друг от друга инверсией несущих частот в группе высших по частоте каналов.

Основные электрические характеристики аппаратуры и образуемых при её помощи телефонных каналов приведены в табл. 178.

Таблица 178

Электрические характеристики аппаратуры типа С в шкафном оформлении и образуемых при её помощи телефонных каналов

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Значение электрической характеристики
Затухание, компенсируемое оконечной аппаратурой с выравнивателем для медных цепей при наивысшей передаваемой частоте	*неп*	5,17
То же, но с выравнивателем для биметаллических цепей	»	5,29
Усиление промежуточного усилителя с выравнивателем для медных цепей при наивысшей передаваемой частоте	»	5,17
То же, но с выравнивателем для биметаллических цепей	»	5,29
Уровень боковой частоты на выходе оконечной станции или промежуточного усилителя при подаче нулевого уровня с частотой 0,8 *кгц* на коммутаторные клеммы канала	»	+2,07
Остаточное затухание телефонного канала при частоте 0,8 *кгц*	»	0,7—1,04
Полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам	*кгц*	0,25—2,75

Оконечная аппаратура и промежуточные усилители снабжены автоматической регулировкой уровня, приходящей в действие при изменениях затухания линии в ± 0,057 *неп*.

Рекомендуемые частоты контрольного тока указаны в табл. 179.

Таблица 179

Частота контрольного тока

Варианты	Частота контрольного тока в *кгц*	
	группа низших по частоте каналов	группа высших по частоте каналов
CS	9,45	24,35
CU	9,45	21,45

Уровень контрольных частот на 1,2 *неп* ниже уровня боковых частот.

Для передачи и приёма вызова в аппаратуре применена система тонального вызова 1 000/20 *гц*.

В оконечной аппаратуре и в промежуточных усилителях применены электронные лампы типов 310А и 311А, выпрямительные лампы 394А и лампы с холодным катодом 346В.

В устройствах тонального вызова используют лампы типов 6S17 или 6S1GT и 6V6GT/G.

Оборудование оконечной станции, а также и оборудование промежуточного усилителя, размещены в двух шкафах размерами 2 135 × 565 × 432 *мм* каждый. В оконечных пунктах, кроме того, в отдельном шкафу размерами 712 × 565 × 432 *мм* размещены устройства тонального вызова.

Электропитание аппаратуры рассчитано от сети переменного тока с напряжением 105÷125 или 210÷250 *в* и частотой 50÷60 *гц*. Потребление электроэнергии составляет 250 *вт* на одну оконечную станцию и 200 *вт* на промежуточный усилитель. Потребление электроэнергии устройствами тонального вызова составляет 70 *вт*.

Для работы в устройствах тонального вызова используют статический преобразователь, служащий для преобразования переменного тока с частотой 50—60 *гц* и напряжением 110 *в* в переменный ток с частотой $16^2/_3 \div 20$ *гц* и напряжением 75 *в*.

Аппаратура высокочастотного телефонирования без передачи тока несущей частоты типа SO-3-F

Данная аппаратура трёхканальной системы является одной из разновидностей аппаратуры типа С и изготовляется в двух вариантах, обозначенных SOS-3-F и SOT-3-F. Оба вида аппаратуры по своим электрическим схемам и конструктивному оформлению одинаковы и отличаются друг от друга только различным расположением частотных полос каналов на шкале частот (фиг. 215). Аппаратура типа SO-3-F рассчитана так же, как и аппаратура типа С, для работы на линиях из цветного металла.

Основные электрические характеристики оконечной и усилительной аппаратуры типа SO-3-F приведены в табл. 180.

Таблица 180

Электрические характеристики аппаратуры типа SO-3-F и образуемых при её помощи телефонных каналов

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Значение электрической характеристики
Затухание, компенсируемое оконечной аппаратурой при наивысшей передаваемой частоте	*неп*	5,2
Усиление промежуточного усилителя при наивысшей передаваемой частоте	»	5,2
Уровень боковой частоты на выходе оконечной станции или промежуточного усилителя при подаче нулевого уровня с частотой 0,8 *кгц* на коммутаторные клеммы канала . .	»	+2,05
Остаточное затухание телефонного канала при частоте 0,8 *кгц*	»	0,7—1,0
Полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам	*кгц*	0,3—2,6

Скелетные схемы оконечной станции и промежуточного усилителя типа SO-3-F приведены на фиг. 216 и 217.

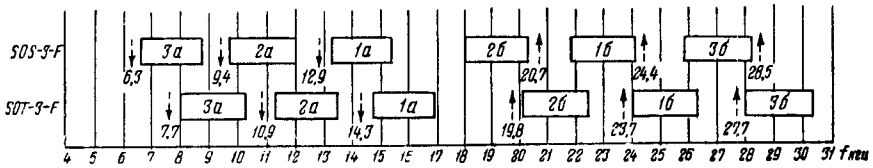
Усиление групповых усилителей оконечных станций и промежуточных усилителей может быть регулируемым в пределах почти 4,5 *неп* ступенями по 0,115 *неп*.

Аппаратура автоматической регулировки уровня не имеет, а снабжена сигнализацией уровня, что является её существенным недо-

Таблица 181

Контрольные частоты, используемые в аппаратуре типа SO-3-F

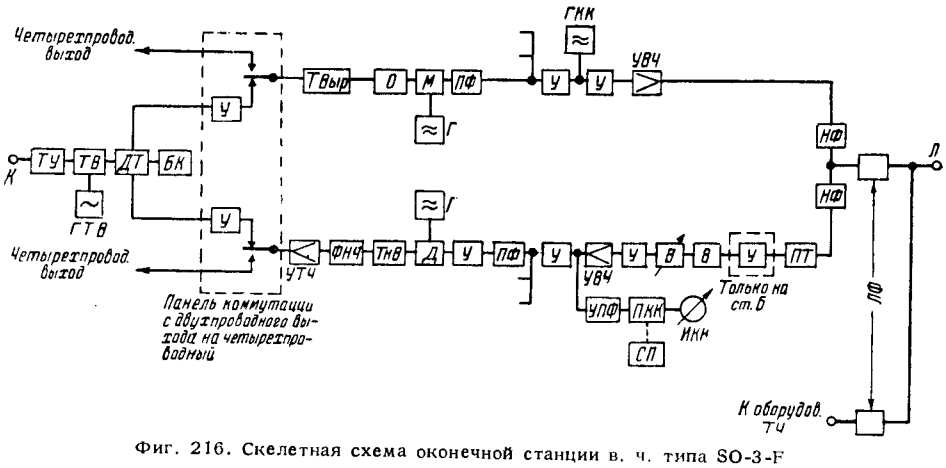
Система SOT-3-F		Система SOS-3-F	
направление передачи	частота контрольного тока в *кгц*	направление передачи	частота контрольного тока в *кгц*
А—Б	10,8 или 14,2	*А—Б*	9,3 или 12,8
Б—А	23,6 или 27,6	*Б—А*	20,8 или 24,5



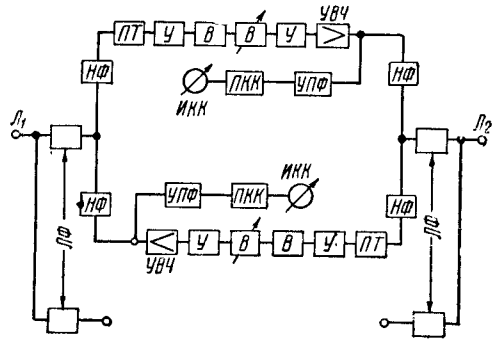
Фиг. 215. Распределение частотных полос каналов аппаратуры типа SO-3-F на шкале частот

статком. Устройства сигнализации уровня приходят в действие при изменении уровня на ±0,2 *неп*. Контрольные частоты, используемые для работы сигнализации уровня, указаны в табл. 181.

Выравнивание уровней осуществляется при помощи постоянного и переменного выравнивающих контуров. Постоянный контур служит для компенсации частотных искажений, вносимых участком длиной 160 *км*, а также для устранения искажений, вносимых направляющими фильтрами. Переменный выравнивающий контур в совокупности с постоянным контуром позволяет компенсировать частотные искажения участка линии длиной до 350 *км*. Переменный контур состоит из трёх звеньев, которые можно включать или выключать из цепи. Одно звено контура обладает крутизной наклона его частотной кривой затухания в 0,023 *неп/кгц*, а два других звена — по 0,046 *неп/кгц*. Все три звена позволяют получить наибольшую крутизну затухания в 0,115 *неп/кгц* ступенями по 0,023 *неп/кгц*.



Фиг. 216. Скелетная схема оконечной станции в. ч. типа SO-3-F



Фиг. 217. Скелетная схема усилителя в. ч. типа SO-3-F

Для передачи и приёма вызова в аппаратуре использована система тонального вызова, в которой применяется ток с частотой 500 *гц*, прерываемый 17 раз в секунду.

Оконечная аппаратура рассчитана для работы на электронных лампах типов 4019-А, 4020-А, 4045-А и 4046-А, а промежуточный усилитель — на лампах типов 4020-А, 4045-А и 4046-А.

Оборудование оконечной станции располагается на трёх стойках высотой 2 500 *мм* и шириной 500 *мм*, а оборудование промежуточного усилителя—на двух таких же стойках. Монтаж оборудования двусторонний.

Для работы оконечной и промежуточной аппаратуры требуются напряжения накала 24 ± 3 *в*, анодное напряжение 130±5 *в* и напряжение смещения для ламп выходных ступеней групповых усилителей 59÷60 *в*. Потребление тока на одну оконечную станцию составляет в цепях накала 11 *а*, в анодных цепях 0,4 *а*, на промежуточную станцию — в цепях накала 7 *а* и в анодных цепях 0,275 *а*. При наличии специального блока питания аппаратуру можно питать от сети переменного тока с напряжением 120/220 *в* и частотой 50 *гц*.

Электрические регулировки подобны указанным в табл. 175.

Аппаратура высокочастотного телефонирования типа В-12

Новая отечественная аппаратура высокочастотного телефонирования типа В-12 предназначена для уплотнения воздушных цветных цепей двенадцатью разговорами в полосе частот 36÷143 *кгц*.

Аппаратура спроектирована для работы без передачи по линии тока несущей частоты и построена по групповой системе.

Для облегчения условий работы аппаратуры на параллельных цепях одной и той же воздушной линии предусмотрены четыре варианта расположения частотных полос каналов на шкале частот, отличающихся друг от друга инверсией несущих частот и сдвигом частотных полос каналов.

Оконечная аппаратура типа ОВ-12 рассчитана для работы на линии с затуханием до 9 *неп* при наивысшей передаваемой частоте. Остаточное затухание каналов при этом составляет 0,8 *неп* при частоте 0,8 *кгц*. Полоса эффективно передаваемых частот по каналам заключается в пределах 300—3 400 *гц*.

Для увеличения дальности передачи служат промежуточные усилители типа УВ-12, их наибольшее усиление составляет 9 *неп* при наибольшей передаваемой частоте.

Уровни передачи боковой частоты на выходе оконечных станций и промежуточных усилителей равны +2 *неп* при подаче нуле-

вого уровня с частотой 0,8 *кгц* на коммутаторные клеммы любого канала.

При медных проводах диаметром 4 *мм*, расстоянии между проводами цепи 20 *см* и наличии на проводах отложений изморози толщиной слоя, равной 20 *см*, длина усилительного участка может доходить до 90 *км*. При меньшей толщине слоя изморози длина усилительного участка может быть соответственно увеличена.

Общая дальность связи по каналам, образованным при помощи аппаратуры типа В-12, достигает нескольких тысяч километров.

Для обеспечения постоянства остаточного затухания каналов оконечная и промежуточная аппаратура снабжена устройствами двухчастотной автоматической регулировки усиления электромеханической системы. Для управления работой приборов автоматической регулировки усиления по линии передаются контрольные токи частотой 40 и 80 *кгц* в одном направлении и 92 и 143 *кгц* — в обратном направлении. Эти частоты одинаковы для всех вариантов расположения частотных полос каналов на шкале частот. Контрольные частоты 40 и 143 *кгц* служат для управления работой приборов наклонной регулировки, а частоты 80 и 92 *кгц* — для управления действием приборов плоской регулировки. Уровни контрольных токов на 1,5 *неп* ниже уровней боковых частот.

Для передачи и приёма вызова оконечные станции типа ОВ-12 снабжены устройствами тонального вызова, посылающими в сторону линии и принимающими из неё ток с частотой 1 000 или 500 *гц*, прерываемый 20 раз в секунду.

Включение оконечной и промежуточной аппаратуры в линию производится при помощи комплекта линейных фильтров ДК-33.

Оконечные стаиции и промежуточные усилители рассчитаны для работы на лампах типов ТО-1 и ТО-2 или ТО-3 и ТО-4. Лампы типов ТО-1 и ТО-2 применяются при стабилизированном напряжении накала, а лампы типов ТО-3 и ТО-4 — при нестабилизированном. В последнем случае в цепи накала включаются бареторы типов 0,425-Б5,5-12 (для ламп типа ТО-3) и 0,85-Б5,5-12 (для ламп типа ТО-4).

Оборудование оконечной станции типа ОВ-12 располагается на 8 стойках размером 2 500 × 646 *мм* каждая, а оборудование промежуточного усилителя — на трёх стойках того же размера Промежуточные усилители изготовляются двух типов — основные и дополнительные. Основные усилители предназначены для установки в пунктах, где размещаются усилители тональной частоты и промежуточные усилители трёхканальной системы. Дополнительные усилители устанавливаются в тех пунктах, где нет усилителей трёхканальной системы.

В отношении свойств усилительных трактов оба типа усилителей одинаковы. Различие между ними состоит в наличии в дополнительных усилителях обходных фильтров ДК-2,6 и переговорно-вызывного устройства для служебной связи.

Электропитание аппаратуры предусмотрено от источников постоянного тока. При стабилизированных напряжениях источников тока напряжение накала может заключаться в пределах от 21,2 до 27 *в*, а анодное напряжение должно быть равно 206 *в*; допустимые колебания напряжения в обоих случаях составляют ±3%. При нестабилизированных напряжениях источников тока напряжение накала может составлять от 23,0 до 25,2 *в*, анодное напряжение должно быть равно 220 *в*, допустимые колебания напряжений в обоих случаях составляют ±10%.

Потребление тока оборудованием оконечной станции в зависимости от типа станции (*А* или *Б*) и варианта распределения частотных полос каналов на шкале частот от источника тока накала составляет от 18,9 до 21,8 *а* при стабилизированном напряжении и от 24,5 до 28,4 *а* — при нестабилизированном напряжении, а от источника анодного напряжения — от 0,95 до 1,08 *а*.

Потребление тока оборудованием промежуточного усилителя от источника тока накала равно 6,08 *а* при стабилизированном напряжении и 8,1 *а* — при нестабилизированном напряжении, а от источника анодного напряжения—0,432 *а*. Периодический расход тока, потребляемого устройствами автоматической регулировки уровня и приборами сигнализации, составляет 0,7 *а* от источника тока накала и 0,015 *а* от источника анодного напряжения. Для дополнительных усилителей требуется ещё 0,15 *а* от источника тока накала для питания приборов переговорно-вызывного устройства.

Источник вызывного тока, требующийся для оконечных и дополнительных усилительных станций, должен иметь напряжение 60 ± ±80 *в* и частоту 15±50 *гц*.

Аппаратура высокочастотного телефонирования без передачи тока несущей частоты типа МЕ-8

Эта аппаратура предназначена для уплотнения двухпроводных цепей восемью телефонными каналами двустороннего действия в полосе частот от 6 до 60 *кгц*. Она может работать как на цветных воздушных, так и на кабельных линиях.

Распределение частотных полос каналов на шкале частот дано в табл. 182.

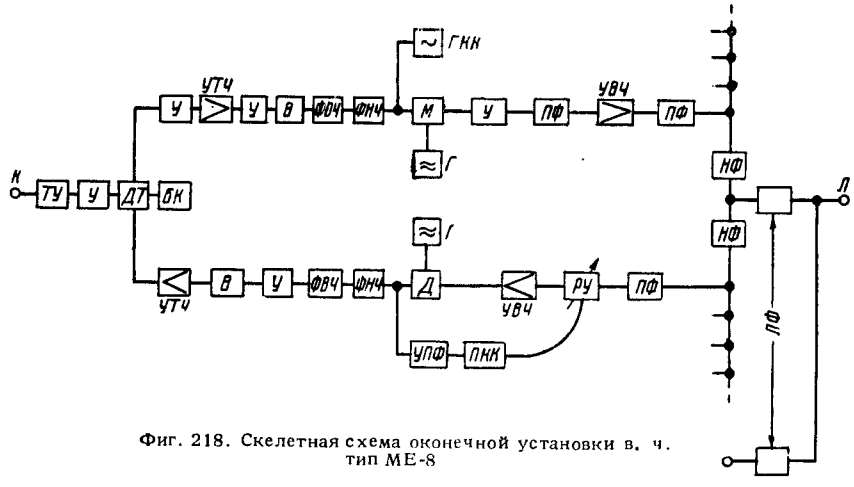
Таблица 182

Распределение частотных полос каналов аппаратуры типа МЕ-8

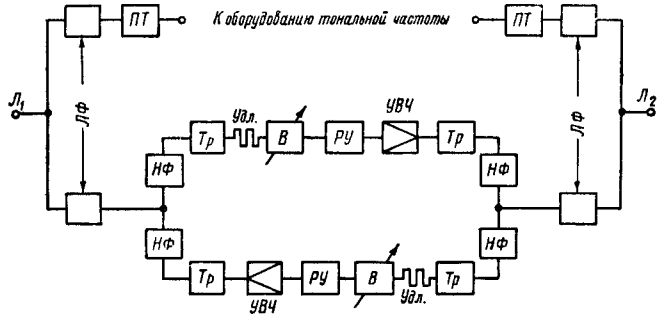
Номер двустороннего канала	Номер канала	Частота несущего тока в *кгц*	Передаваемая полоса боковых частот в *кгц*	Примечание
1	1	6,0	6,3— 8,6	Группа нижних каналов
2	2	9,0	9,3—11,6	
3	3	12,0	12,3—14,6	
4	4	15,0	15,3—17,6	
5	5	18,0	18,3—20,6	
6	6	21,0	21,3—23,6	
7	7	24,0	24,3—26,6	
8	8	27,0	27,3—29,6	
1	1′	36,0	36,3—38,6	Группа верхних каналов
2	2′	39,0	39,3—41,6	
3	3′	42,0	42,3—44,6	
4	4′	45,0	45,3—47,6	
5	5′	48,0	48,3—50,6	
6	6′	51,0	51,3—53,6	
7	7′	54,0	54,3—56,6	
8	8′	57,0	57,3—59,6	

Основные электрические характеристики аппаратуры типа МЕ-8 и образуемых при её помощи каналов даны в табл. 183.

и другого для наклонной регулировки усиления. Устройство для наклонной регулировки (выравниватель) имеет 24 ступени регулировки



Фиг. 218. Скелетная схема оконечной установки в. ч. тип МЕ-8



Фиг. 219. Скелетная схема промежуточного усилителя в. ч. типа МЕ-8

Скелетные схемы оконечной установки и промежуточного усилителя типа МЕ-8 приведены на фиг. 218 и 219. Аппаратура приспособлена для выделения отдельных каналов в пунктах установки промежуточных усилителей. Скелетные схемы включения оконечной аппаратуры для выделения каналов в пункте установок промежуточного усилителя показаны на фиг. 220, *а* и *б*.

Линейные фильтры в оконечных и промежуточных установках приспособлены для работы на воздушных и кабельных линиях с волновыми сопротивлениями 600 и 150 *ом* соответственно.

Оконечная аппаратура снабжена автоматической регулировкой уровня, отдельной для каждого телефонного канала. Для приведения в действие приборов *АРУ* используется контрольный ток с частотой 2,9 *кгц*, одинаковой для всех каналов. Устройства *АРУ* приходят в действие при изменении затухания линии в пределах $\pm 0{,}075$ *неп* и обеспечивают постоянство остаточного затухания канала в пределах $\pm 0{,}2$ *неп*.

Уровень тока контрольной частоты в линии на 2,5 *неп* ниже уровня боковых разговорных частот.

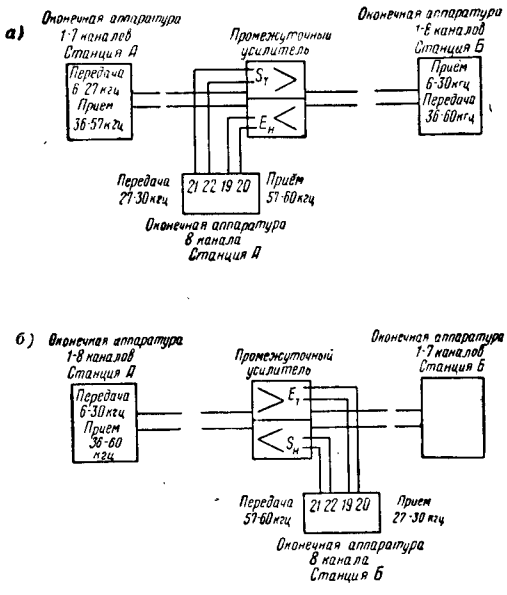
Устройства для ручной регулировки усиления в промежуточном усилителе для каждого направления передачи состоят из двух регуляторов усиления — одного для плоской

Таблица 183

Электрические характеристики аппаратуры типа МЕ-8 и образуемых при её помощи каналов

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Значение электрической характеристики
Затухание, компенсируемое оконечной аппаратурой в нормальных условиях .	*неп*	4,0
То же, но в исключительных условиях	»	6,0
Усиление промежуточного усилителя при наивысшей передаваемой частоте	»	5,0
Уровень передачи на выходе оконечной установки или промежуточного усилителя при подаче нулевого уровня с частотой 0,8 *кгц* на коммутаторные клеммы канала при использовании воздушной линии в нормальных условиях	»	+1,2
То же, но в исключительных условиях . .	»	+1,6
То же, но при работе на кабельной линии	»	+0,5
Остаточное затухание телефонного канала при частоте 0,8 *кгц*. . . .	»	0,8
Полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам	*кгц*	0,3—2,6

(показанные на фиг. 221 и 222 для прямого и обратного направлений передачи). Регулятор



Фиг. 220. Скелетные схемы включения аппаратуры типа МЕ-8 при выделении канала в пункте установки промежуточного усилителя. Передатчик выделяемого канала присоединяется через потенциометр, вносящий затухание порядка 3 *неп*, параллельно входу усилительного элемента промежуточного усилителя соответствующего направления передачи; приёмник подключается через потенциометр, вносящий затухание около 4,2 *неп*, параллельно выходу усилительного элемента обратного направления передачи

Отсутствие автоматической регулировки уровня в промежуточных усилителях является крупным недостатком аппаратуры типа МЕ-8.

Передача вызова осуществляется путём повышения уровня тока контрольной частоты при посылке с коммутатора индукторного вызова.

Аппаратура допускает применение тонального вызова и передачу импульсов дальнего искаиия.

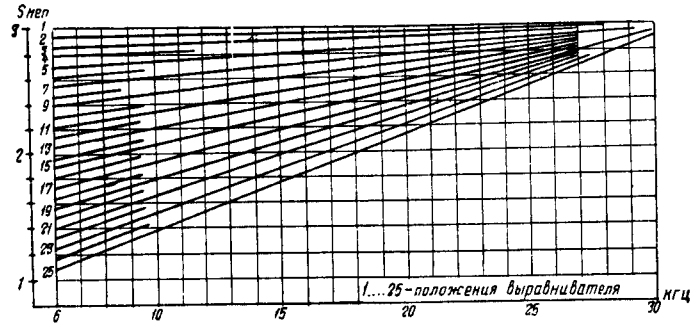
Оконечная аппаратура рассчитана для работы на электронных лампах типа Bi, E2a и C3b. В промежуточном усилителе применены лампы типа E2d.

В конструктивном отношении аппаратуру типа МЕ-8 подразделяют на переносную и стационарную. Оборудование оконечной станции переносного типа (МЕК-8) состоит из восьми стоек каналов и одной стойки общего оборудования. Размер каждой стойки $1\,000 \times 735 \times 400$ *мм*. Каждая стойка каналов содержит все элементы, необходимые для организации одного телефонного двустороннего канала. Оборудование оконечной станции на восемь каналов стационарного типа располагается на трёх стойках стандартного размера.

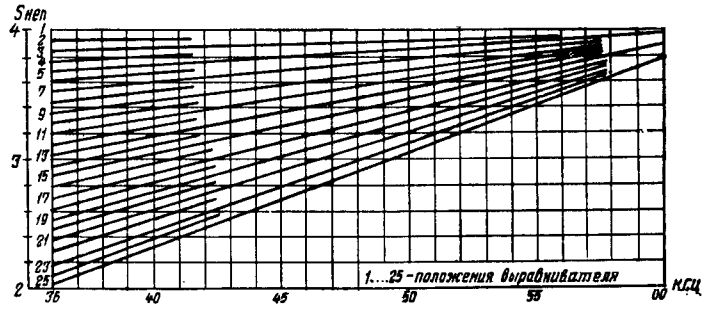
Детали оборудования промежуточного усилителя в обоих случаях монтируются на одной стойке размерами $1\,485 \times 735 \times 400$ *мм*.

Питание аппаратуры предусмотрено от сети переменного тока с напряжением 110, 127, 150, 220 или 240 *в* и с частотой 50 *гц*.

Оборудование одного канала на оконечной станции потребляет 180 *ва*, а промежуточный усилитель 300 *ва*.



Фиг. 221. Кривые усиления промежуточного усилителя типа МЕ-8 в полосе частот 6 — 30 *кгц* при 17-м положении регулятора усиления и всех положениях переключателя выравнивающего контура



Фиг. 222. Кривые усиления промежуточного усилителя типа МЕ-8 в полосе частот 36—60 *кгц* при 17-м положении регулятора усиления и всех положениях переключателя выравнивающего контура

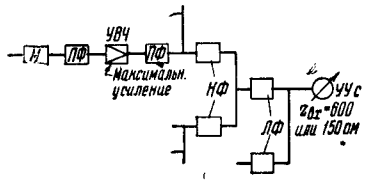
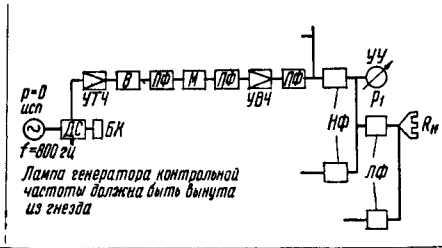
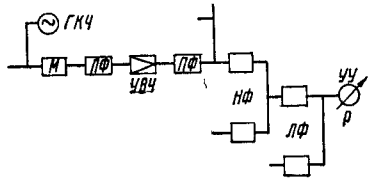
усилеиия для плоской регулировки имеет 24 ступени и служит для изменения усиления в пределах 3,6 *неп* ступенями по 0,15 *неп*.

При необходимости аппаратура может быть переведена путём небольших переделок на питание от постоянного тока.

Основные эксплоатационные регулировки аппаратуры типа МЕ-8 даны в табл. 184.

Таблица 184

Основные эксплоатационные регулировки аппаратуры типа МЕ-8

Наименование регулировки	Схема измерения	Норма
Балансировка модулятора		$p \leqslant -1{,}3$ *неп* при включении *ЛФ* на 600 *ом*, $p \leqslant -2{,}0$ *неп* при включении *ЛФ* на 150 *ом*
Регулировка уровней исходящих токов боковой частоты		$p_1 = +1{,}2$ *неп* при включении *ЛФ* на 600 *ом*, $p_1 = +0{,}5$ *неп* при включении *ЛФ* на 150 *ом*
То же контрольного тока		$p = -1{,}3$ *неп* при включении *ЛФ* на 600 *ом*, $p = -2{,}0$ *неп* при включении *ЛФ* на 150 *ом*
То же контрольного тока при посылке вызова	Измерение производится по предыдущей схеме, но уровень контрольного тока повышается на 2 *неп* путём нажатия на якори реле *В* и *К* или *А* и *К*	$p = +1$ *неп* при включении *ЛФ* на 600 *ом*, $p = 0{,}3$ *неп* при включении *ЛФ* на 150 *ом*

Аппаратура высокочастотного телефонирования без передачи тока несущей частоты типа MG 15/3

Эта аппаратура рассчитана для уплотнения цветных цепей пятнадцатью телефонными каналами двустороннего действия в полосе частот от 48 до 156 *кгц*. Данная система высокочастотного телефонирования является системой с предварительным, полосовым и групповыми преобразованиями частот.

Полосы частот, используемые в системе для передачи в прямом и обратном направлениях, и принцип преобразования частот показаны на фиг. 223. Кроме того, данные о несущих частотах, используемых в системе, приведены в табл. 185.

Основные электрические характеристики аппаратуры и образуемых при её помощи телефонных каналов указаны в табл. 186.

Скелетные схемы оконечной станции и промежуточного усилителя типа MG-15/3 приведены на фиг. 224 и 225. В схеме промежуточного усилителя для упрощения устройства вводов в здания усилительных станций предусмотрено групповое преобразование частоты, причём в качестве несущей частоты используется частота 204 *кгц*. При желании можно не пользоваться групповым преобразованием в промежуточных усилителях.

На оконечных и промежуточных усилительных станциях системы предусмотрена автоматическая регулировка уровня, приходящая в действие при изменении затухания линии на $\pm 0{,}2$ *неп*. Наибольший предел регулировки составляет 2,5 *неп*.

Контрольные частоты, используемые для работы *АРУ*, имеют значения 90 *кгц* $\pm$

Таблица 185

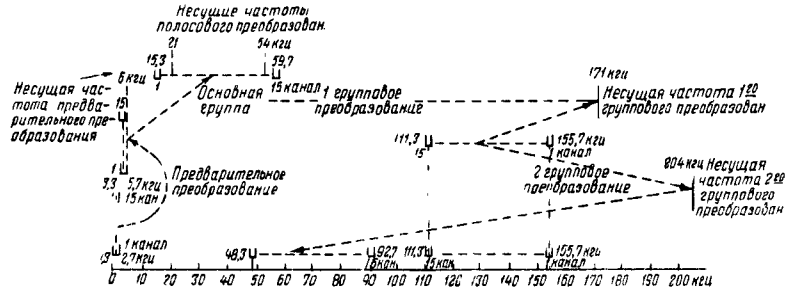
Несущие частоты, используемые в пятнадцатиканальной системе

Обозначение несущей частоты	Значение несущей частоты в *кгц*
Несущая частота предварительного преобразования . .	6,0
Несущая частота полосового преобразования	21, 24, 27 и т. д. до 54
Несущая частота первого группового преобразования . . .	171
Несущая частота второго группового преобразования	204

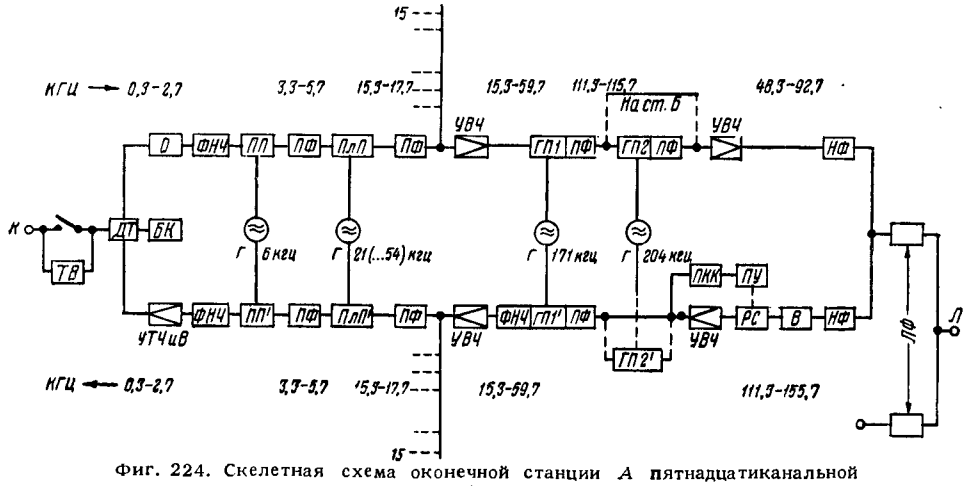
± 50 *гц* для одного направления и 114 *кгц* ± ±50 *гц* для обратного направления передачи.

Для передачи вызова в аппаратуре применена система тонального вызова 500/20 *гц*.

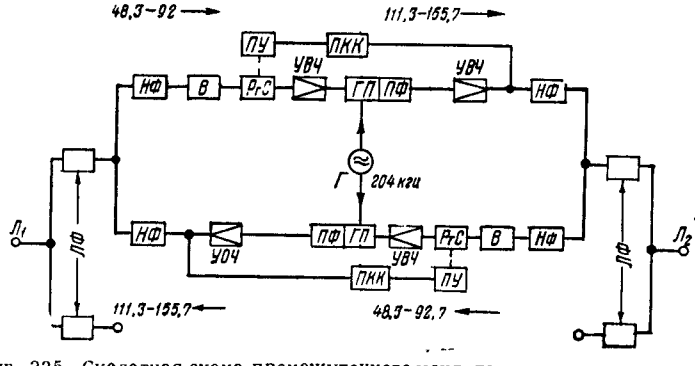
общими размерами 3 340 × 2 600 × 615 *мм*. Промежуточная станция состоит из двух стоек, заключённых в раму общими размерами 1 140 × 2 600 × 615 *мм*.



Фиг. 223. Схема преобразования частот в аппаратуре пятнадцатиканальной системы



Фиг. 224. Скелетная схема оконечной станции *А* пятнадцатиканальной системы в. ч.



Фиг. 225. Скелетная схема промежуточного усилителя пятнадцатиканальной системы в. ч.

Оконечная аппаратура рассчитана для работы на электронных лампах типов Aa, C3d, E2c и Ec.

В промежуточных усилителях применены лампы типов E2c и Ec.

Оборудование оконечной станции размещено на пяти стойках, заключённых в раму

Электропитание аппаратуры предусмотрено непосредственно от сети переменного тока с напряжениями 110/125 или 220/240 *в* и с частотой 50 *гц*. Мощность переменного тока, потребляемая оконечной станцией, составляет 900 *ва*, а промежуточным усилителем — 560 *ва*.

Таблица 186

Электрические характеристики аппаратуры в. ч. пятнадцатиканальной системы и образуемых при её помощи телефоиных каналов

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Значение электрической характеристики
Затухание, компенсируемое оконечной аппаратурой при наивысшей передаваемой частоте .	*неп*	5,0
Усиление промежуточного усилителя при наивысшей передаваемой частоте	»	5,0
Уровень передачи на выходе оконечной установки или промежуточного усилителя при подаче нулевого уровня с частотой 0,8 *кгц* на коммутаторные клеммы канала	»	+1,5
Остаточное затухание телефонного канала при частоте 0,8 *кгц*	»	0,8
Полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам . .	*кгц*	0,3—2,7

Электрические проверки и регулировки аппаратуры производятся в соответствии с особыми инструкциями.

Аппаратура типа MG 15/3 обладает рядом существенных недостатков, к главнейшим из которых относятся: небольшая дальность передачи; небольшая величина затухания, компенсируемого оконечной аппаратурой и промежуточными усилителями; одночастотная система *АРУ*; узкая полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам, и др.

Общие сведения об аппаратуре высокочастотного телефонирования без передачи по линии тока несущей частоты типа J-2

Эта аппаратура предназначена для уплотнения цветных цепей двенадцатью телефонными каналами двустороннего действия в полосе частот свыше 36 *кгц*. Существуют четыре варианта расположения частотных полос каналов на шкале частот, занимающих область частот от 36 до 143 *кгц*. Перенос полосы разговорных частот в полосу частот, передаваемых по линии, осуществляется при помощи одной индивидуальной и двух групповых ступеней преобразования.

Оконечная аппаратура и промежуточные усилители двенадцатиканальной системы компенсируют при высшей передаваемой частоте затухание линии до 9 *неп*. Уровень боковой частоты на выходе оконечных станций и промежуточных усилителей при подаче на коммутаторные клеммы каналов нулевого уровня с частотой 0,8 *кгц* составляет +2,0 *неп*. Остаточное затухание телефонных каналов может быть устанавливаемо в пределах 0,7—1,0 *неп* при частоте 0,8 *кгц*. Полоса частот, эффективно передаваемых по телефонным каналам, лежит в пределах от 0,15 до 3,55 *кгц*. Система допускает удвоение числа каналов путём разделения частотной полосы 0,15—3,55 *кгц* «широкого» канала на два «узких» канала В случае деления каналов по каждому узкому каналу передаётся полоса частот 0,3 — 1,7 *кгц*. Уровень боковой частоты в каждом канале при этом снижается с +2,0 до +1,0 *неп*

Оконечные станции и промежуточные усилители снабжены автоматической регулировкой уровня, управляемой двумя токами контрольной частоты 40 и 80 *кгц* для одного направления передачи и 92 и 143 *кгц* для обратного направления. Приборы *АРУ* приходят в действие при изменении затухания линии на ±0,05 *неп*.

Промежуточные усилители системы по способу установки разделяются на основные и дополнительные. Основными называются усилители, устанавливаемые совместно с усилителями трёхканальной системы. Дополнительные усилители располагаются в числе от одного до трёх между главными усилителями (через 80—120 *км*).

По методу обслужнвания различают главные и вспомогательные усилительные станции. Последние, как правило, приспособлены для работы без обслуживающего персонала.

Оборудование оконечной станции при установке первой системы занимает до 15 стоек, а промежуточный усилитель — до 5 — 7 стоек. При дальнейшем развитии на каждую новую систему требуется меньшее количество стоек.

Для электропитания аппаратуры требуются источники постоянного тока с напряжениями 24 и 130 *в*; потребление тока составляет соответственно 29 *а* (регулируемые батареи) и 1,35 *а* на оконечную станцию и 5,2 и 0,35 *а* на промежуточный усилитель.

Общие сведения об уплотнении междугородных кабелей

В практике высокочастотного телефонирования по кабелям используют кабели четвёрочного типа со звёздной скруткой, кабели того же типа, но с повышенной иидуктивностью, и коаксиальные, или концентрические кабели.

Высокочастотные кабели четвёрочного типа применяют с бумажно-кордельной или со стирофлексно-кордельной изоляцией жил. В качестве материала жил используют медь или алюминий. Диаметр медных жил составляет обычно 1,2 *мм*, а алюминиевых —1,55 *мм*.

Электрическая ёмкость пары жил высокочастотного кабеля составляет 0,0265 *мкф/км* при бумажно-кордельной изоляции и 0,0235 *мкф/км* при стирофлексно-кордельной изоляции.

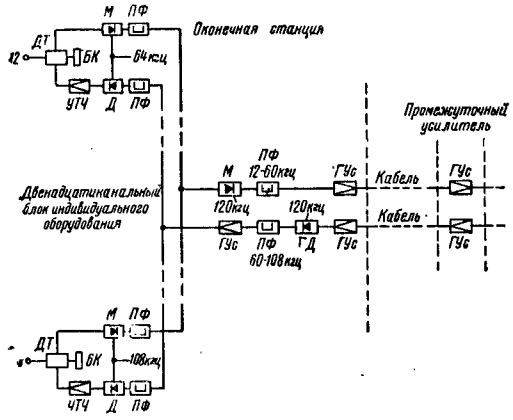
Кабели с бумажно-кордельной изоляцией, не имеющие устройств для повышения индуктивности, уплотняются, как правило, по однополосной четырёхпроводной системе в полосе частот от 12 до 60 *кгц*. При использовании этой полосы частот применяется двенадцатиканальная система высокочастотного телефонирования. Предусматривается уплотнение непупинизированных кабелей в полосе частот от 12 до 108 и даже до 156 *кгц* с использованием высокочастотных систем на 24 и соответственно 36 телефонных каналов.

Длина усилительного участка при диаметре медных жил 1,2 *мм* достигает при двенадцатиканальной системе 40 *км*, а при двадцатичетырёхканальной системе — 33 *км*.

Возможно уплотнение кабелей также по двухполосной двухпроводной системе, например, при помощи аппаратуры типа МЕ-8 или специально разработанной для этого аппаратуры. Однако этот способ уплотнения применяется относительно редко.

При стирофлексно-кордельной изоляции жил обычно применяется повышение индуктивности кабеля при помощи катушек индуктивности. В настоящее время применяется следующая система повышения индуктивности кабеля: $L_s = 1{,}75$ миллигенри и $s = 284$ *м*, где L_s — индуктивность катушки и s — расстояние между катушками. Предельная частота такого кабеля составляет 91,4 *кгц*, что позволяет уплотнять в полосе частот до 60 *кгц*. Длина усилительного участка достигает 120 *км*.

Некоторыми недостатками кабелей с повышенной индуктивностью являются меньшая скорость распространения (по сравнению с непупинизированными кабелями) и ограниченная возможность уплотнения их. Однако в ряде случаев применение их приносит известное преимущество, обусловленное большей длиной усилительного участка.



Фиг. 226. Скелетная схема уплотнения непупинизированного кабеля

При уплотнении многоканальными высокочастотными системами четырёхпроводных цепей требуется достаточно высокое переходное затухание на ближнем конце как между парами одной системы, так и между парами различных систем. В связи с этим применяют или специально экранированные кабели или отдельные кабели для прямого и обратного направлений передачи. Несмотря на занятие четырёх жил кабеля, однополосная система высокочастотного телефонирования в экономическом отношении выгодна при наложении многих разговоров, вследствие простоты устройства промежуточных усилителей, даже при включении их в линию через сравнительно небольшие расстояния (порядка 40 *км*).

Многоканальные однополосные системы высокочастотного телефонирования, применяемые для уплотнения кабелей, являются, как правило, системами с многократным преобразованием частоты. Пример построения скелетной схемы одной из таких систем на 12 телефонных каналов двустороннего действия показан на фиг. 226.

Аппаратура высокочастотного телефонирования типа К-12 для кабельных линий. Для уплотнения кабелей с кордельной изоляцией и четвёрочной скруткой жил отечественная промышленность изготовляет аппаратуру высокочастотного телефонирования двенадцатиканальной системы типа К-12. Эта аппаратура, спроектированная для работы без передачи по линии тока несущей частоты и построенная по групповой системе, предназначена для организации связи по однополосной четырёхпроводной системе. В каждом направлении по линии передаётся одна и та же полоса частот от 12 до 60 *кгц*.

Оконечная аппаратура и промежуточные усилители при частоте 60 *кгц* компенсируют затухание линии до 7,5 *неп*, что соответствует длине усилительного участка около 45 *км* при жилах диаметром 1,2 *мм* и кордельно-бумажной изоляции жил.

Остаточное затухание телефонных каналов составляет нормально 0,8 *неп* при частоте 0,8 *кгц*.

Полоса частот, эффективно передаваемых по каналам, заключается в пределах от 300 до 3 400 *гц*. Максимальный уровень боковой частоты при подаче нулевого уровня с частотой 0,8 *кгц* на коммутаторные клеммы канала равен +0,5 *неп*. Постоянство остаточного затухания каналов обеспечивается применением в оконечной аппаратуре и в промежуточных усилителях автоматической регулировки усиления.

Система вызова такая же, как и в аппаратуре типа В-12.

В зависимости от наличия и типа устройств автоматической регулировки усиления промежуточные усилители изготовляют следующих типов: с фиксированным усилением, с плоской автоматической регулировкой усиления и со сложной (плосконаклонной) автоматической регулировкой усиления.

Кроме того, при длине связи, превышающей 2 000 *км*, применяется «выпуклая» автоматическая регулировка. Промежуточные усилители также подразделяются на обслуживаемые и необслуживаемые.

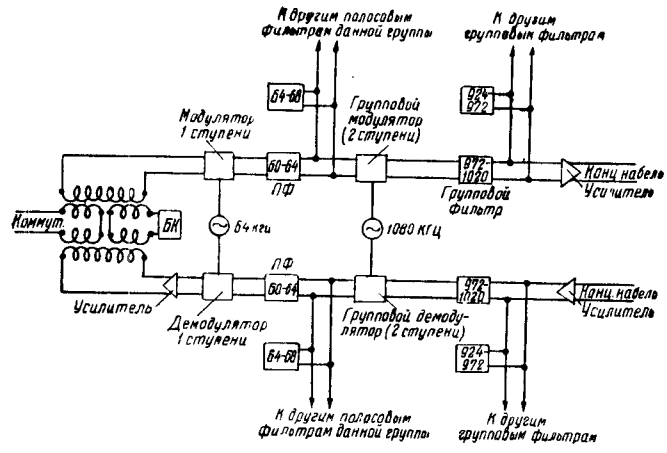
Основное оборудование оконечной стаиции размещается на 6 стойках размером 2 500 × × 646 *мм*, а промежуточных усилителей всех типов—на одной такой же стойке.

Электропитание аппаратуры предусмотрено от источников постояниого тока напряжением 24 и 220 *в*.

Концентрические кабели, обладая теми же преимуществами, что и четвёрочные кабели обычного типа, имеют ещё и свои достоинства: сравнительно малое затухание в области частот до нескольких тысяч *мгц* и хорошую защиту от внешних помех при частотах не ниже 60 *кгц*. Помехи в концентрических парах обусловливаются только внутренними шумами кабеля. Поэтому кабели такого рода возможно уплотнять в полосе частот до нескольких *мгц*.

Принцип построения одной из скелетных схем уплотнения концентрического кабеля представлен на фиг. 227. Схема основана на применении стандартных двенадцатиканальных блоков (применяющихся также в аппаратуре высокой частоты для уплотнения двенадцатью каналами воздушных линий и кабелей четвёрочного типа), работающих в полосе частот 60—108 *кгц*. Девятнадцать таких полос переносятся при помощи второй групповой модуляции в определённую часть полосы частот от 108 до 1 020 *кгц*. Двадцатая полоса 60—108 *кгц* совместно с частотами от 108 до 1 020 *кгц* через групповой усилитель передаётся в линию.

На приёмной станции процесс преобразования частот происходит в обратном порядке. Таким образом, удаётся осуществить одновременную передачу 240 разговоров по четырёхпроводной цепи.



Фиг. 227. Принцип уплотнения концентрического кабеля

Промежуточные усилители состоят только из двух усилительных элементов с отрицательной обратной связью. Усиление их обеспечивает длину усилительного участка в 16 *км* при диаметре внутренней медной жилы кабеля в 1,8 *мм* и внутреннем диаметре внешнего проводника (цилиндра), равном 6,7 *мм*.

Также возможно уплотнение концентрических кабелей в полосе частот 1 000 — 4 000 *кгц*, в пределах которой можно разместить или 720 телефонных разговоров или передачу высококачественного телевидения; промежуточные усилители для этой полосы частот устанавливают через 8 *км*.

Промежуточные усилители вследствие частого расположения их частично устраивают необслуживаемыми; питание к ним подают переменным током из ближайших обслуживаемых пунктов по тем же концентрическим парам.

Более подробные сведения о высокочастотных кабелях и системах их уплотнения см. в данном томе в разделе «Линии связи и СЦБ», стр. 31—56, а также [21, 24, 62 и 74].

ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕГУЛИРОВКЕ ТЕЛЕФОННЫХ КАНАЛОВ В. Ч.

Работы по регулировке каналов высокой частоты включают: проверку и регулировку аппаратуры в. ч. в соответствии с заводскими инструкциями и устранение обнаруженных повреждений в ней, регулировку каналов по переприёмным участкам и затем регулировку каналов магистрали в целом.

При регулировке каналов в. ч. выполняют следующие работы.

а) Измерение рабочего затухания усилительных участков в пределах рабочей полосы частот через каждые 500—1 000 *гц*.

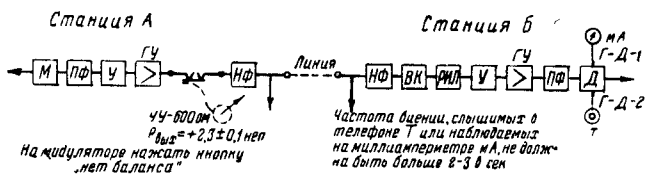
б) Синхронизацию несущих частот в каналах без несущей частоты по схеме фиг. 228 или иным способом, предусмотренным в инструкции по обслуживанию аппаратуры.

в) Снятие диаграммы уровней высокой частоты путём измерения уровней на выходных клеммах оконечных станций и входных и выходных клеммах промежуточных усилителей (диаграмму снимают поочерёдно в обоих направлениях передачи).

При системах без передачи тока несущей частоты уровень передачи измеряется в каждом канале при частоте $F_0 \pm 800$ *гц*, где F_0—несущая частота канала. Знак «+» или «—» берётся соответственно передаваемой полосе боковых частот. На выходе оконечных и усилительных станций уровень боковой частоты должен быть отрегулирован до величины $+2 \pm 0{,}1$ *неп* или до иной величины, предусмотренной для данной аппаратуры (например $+1{,}2 \pm 0{,}1$ *неп* для аппаратуры типа МЕ-8).

Уровень на входе усилителей должен быть равен затуханию усилительного участка уменьшенному на $2 \pm 0{,}1$ *неп* и взятому с обратным знаком.

Если уровни на выходе какого-либо усилителя по всем трём каналам резко отличаются друг от друга, то прибегают к выравниванию



Фиг. 228. Синхронизация несущих частот

их. Уровни на выходе усилителя приёма оконечной станции по всем трём каналам должны иметь одинаковые величины, равные величине уровня, установленной для аппаратуры в. ч. данного типа.

При системе с передачей тока несущей частоты диаграмму уровней снимают при несущих частотах каналов. На выходе оконечных полукомплектов и усилителей уровень

несущей частоты должен быть равен 2,5 ± ± 0,1 *неп*. Уровень на входе усилителей определяется так же, как и при системе без передачи несущей частоты.

г) Снятие частотной характеристики остаточного затухания каналов высокой частоты без передачи тока несущей частоты производится в полосе частот от 200 до 2 600 *гц* через каждые 200 *гц*. Для каналов с передачей тока несущей частоты достаточно произвести измерения в полосе частот от 200 до 2 400 *гц*. Перед измерением и после измерения проверяют величину остаточного затухания при 800 *гц*, которая должна иметь заданное для измеряемого канала значение, что достигается регулировкой усиления приёмников на н. ч. Уровень измерительного тока, подаваемого в канал, должен быть равен нулю. Измерения производят поочерёдно в обоих направлениях передачи.

Полученные кривые остаточного затухания сравнивают с нормами или с заданными по проекту кривыми.

Если измеренные кривые оказываются неудовлетворительными, то их корректируют. В аппаратуре без несущей частоты для этой цели используют тональные выравниватели или корректирующие контуры, а в аппаратуре с несущей частотой — корректирующие контуры, включённые на входе в передатчик и на выходе приёмника.

Эти корректировки выполняют в соответствии с заводскими инструкциями по регулировке аппаратуры.

д) Снятие амплитудной характеристики производится поочерёдно в обоих направлениях передачи путём измерения уровня на выходе канала в зависимости от величины уровня на его входе при 800 *гц*.

Уровень на входе канала изменяют ступенями по 0,2 *неп* в пределах от—1 до +1 *неп*. При этом уровень на выходе канала должен измениться на 2 ± 0,1 *неп*. Если амплитудная характеристика будет неудовлетворительна, то следует обратить внимание на исправность электронных ламп.

е) Проверка устойчивости связи. Для этого на концах канала регуляторы усиления демодуляторов или приёмников постепенно и одновременно вращают до тех пор, пока во включённом телефоне переговорно-вызывного устройства не будет слышна генерация. Затем вращают регуляторы в обратном направлении до прекращения генерации, устанавливают их для неизмеряемого направления передачи в нулевое положение и измеряют «остаточное затухание генерации». После этого измеряют его в обратном направлении передачи. Устойчивость канала будет

$$\sigma = \frac{b_{r1} + b_{r2}}{2} - \frac{b_1 + b_2}{2}, \qquad (21)$$

где b_{r1} и b_{r2} — остаточные затухания канала в прямом и обратном направлениях передачи при нормальных условиях эксплоатации;

b_1 и b_2 — остаточные затухания генерации.

ж) Измерение напряжения шума при помощи псофометра по переприёмным участкам.

з) Измерение переходного затухания на ближнем и дальнем концах между каналами в. ч. одной и той же цепи и каналами в. ч. параллельных цепей при помощи приборов для измерения переходного затухания. Измерения производятся по переприёмным участкам. Если частотные полосы каналов сдвиинуты, то переходное затухание измеряется для частот совпадающей части частотных полос.

Регулировка каналов магистрали в целом начинается регулировкой остаточного затухания каналов на длине всей магистрали при 800 *гц*; после этой регулировки выполняются работы, аналогичные операциям по пунктам г—з, относящимся к регулировке каналов по переприёмным участкам, причём результаты регулировки должны соответствовать требованиям (в части электричества) проекта магистрали.

ОСНОВНЫЕ НОРМЫ ПЕРЕДАЧИ ДЛЯ ТЕЛЕФОННЫХ КАНАЛОВ В. Ч.

Основные электрические характеристики телефонных каналов в. ч., организованных на воздушных линиях, и их нормированные значения указаны в табл. 187.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ ТЕЛЕФОННЫХ КАНАЛОВ В. Ч., ОРГАНИЗУЕМЫХ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ

В состав основных расчётов при проектировании каналов в. ч. входят проверка правильности размещения усилительных пунктов вдоль магистрали путём построения диаграммы уровней передачи и расчёт напряжения шума, получающегося в канале; при очень длинных магистралях производится также проверка влияния эхо.

При наличии уплотнённых параллельных цепей производится расчёт защищённости от переходного разговора между совпадающими или частично совпадающими по спектру каналами в. ч., а в отдельных случаях и расчёт напряжения шума, получающегося в них вследствие интерференции несущих частот.

Расчёт затухания цепи на усилительных участках в предположении, что элементы цепи достаточно согласованы друг с другом, производится по формуле, аналогичной формуле (1) настоящей главы. Если отдельные элементы цепи, как, например, кабельные вставки, не согласованы по волновому сопротивлению, то затухание цепи определяется как рабочее затухание.

Метеорологические условия, при которых определяются затухания усилительных участков каналов в. ч., обычно берут «лето, сыро», t = +20°С и «изморозь», а в отдельных случаях и «гололёд», интенсивность которых принимается равной той или иной величине в зависимости от типа аппаратуры, при помощи которой организуются проектируемые каналы в. ч. (см. выше нормы шума).

Если на магистрали ожидаются такие атмосферные условия, при которых не будут выдержаны приведённые выше нормы шума, то при проектировании необходимо стремиться всеми возможными способами определить

Таблица 187

Электрические характеристики телефонных каналов высокой частоты, организованных на воздушных цепях, и нормированные значения их

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Норма	
		цветные цепи	стальные цепи
Полоса эффективно передаваемых частот:			
системы с передачей тока несущей частоты	*кгц*	0,3—2,4	—
системы без передачи тока несущей частоты с числом каналов до 3—4	»	0,3—2,7	0,3—2,8
то же, но многоканальные	»	0,3—3,4	—
Наибольший уровень передачи несущей частоты	*неп*	+2,5	—
Наибольший уровень передачи боковой частоты:			
системы с передачей тока несущей частоты	»	+1,0	—
системы без передачи тока несущей частоты	»	+2,0	+2,0
Наименьшие уровни передачи несущей и боковых частот	»	Определяются в зависимости от конструкции воздушной цепи и электрических свойств аппаратуры	
Затухание цепи на усилительных участках	»	Определяется как разность наибольшего и наименьшего значений уровня передачи, допустимых для цепи данного типа и принятого типа аппаратуры в. ч.	
Остаточное затухание при частоте 0,8 *кгц*:			
системы с передачей тока несущей частоты	»	1,0	—
системы без передачи тока несущей частоты	»	0,6—0,8	0,8
Разность величин остаточного затухания одного и того же канала в разных направлениях передачи:			
канал входит в транзитные соединения	»	0,1	0,1
канал не входит в транзитные соединения	»	0,2	0,2
Превышение остаточного затухания на всех частотах эффективно передаваемой полосы над его величиной при частоте 0,8 *кгц* для частот:			
системы с передачей тока несущей частоты:			
0,3—0,4 *кгц*	»	1,0	—
0,4—0,6 »	»	0,5	—
0,6—1,6 »	»	0,2	—
1,6—2,0 »	»	0,5	—
2,0—2,4 »	»	1,0	—
системы без передачи тока несущей частоты с числом каналов до 3—4:			
0,3—0,4 *кгц*	»	1,0	1,0
0,4—0,6 »	»	0,5	0,5
0,6—1,6 »	»	0,2	0,2
1,6—2,4 »	»	0,5	0,5
2,4—2,7 »	»	1,0	1,0
многоканальные системы без передачи тока несущей частоты:			
0,3—0,4 *кгц*	»	1,0	—
0,4—0,6 »	»	0,5	—
0,6—2,4 »	»	0,25	—
2,4—3,0 »	»	0,5	—
3,0—3,4 »	»	1,0	—
Снижение остаточного затухания на всех эффективно передаваемых частотах по отношению к его величине при частоте 0,8 *кгц*	»	$\leqslant 0{,}2$	$\leqslant 0{,}2$
Колебание остаточного затухания при частоте 0,8 *кгц* с течением времени	»	$\leqslant 0{,}2$	$\leqslant 0{,}2$
Устойчивость при холостом ходе канала	»	$\geqslant 0{,}3$	$\geqslant 0{,}3$
Амплитудная характеристика		Должна быть достаточно прямолинейной с тем, чтобы максимальное изменение остаточного затухания при частоте 0,8 *кгц* и при повышении уровня на входе канала до +0,9 *неп* было	
		$\leqslant \pm 0{,}1$	$\leqslant \pm 0{,}1$
Разность между фактическим и минимально допустимым затуханием на пути тока эхо	*неп*	$\geqslant 0$	Не учитывается
Псофометрическое напряжение шума на разделительных гнёздах испытательной стойки при остаточном затухании 1 *неп* для частоты 0,8 *кгц* и при нагрузке канала на сопротивление 600 *ом* на один переприёмный участок:			
в каналах, входящих в транзитные соединения	*мв*	$\leqslant 0{,}8$	$\leqslant 1{,}4$
в каналах, не входящих в транзитные соединения	»	2,5*	2,5*

* Для цветных цепей при толщине слоя изморози до 5 *мм*, для стальных цепей при толщине слоя изморози до 25 *мм* и гололёда до 20 *мм*. При более интенсивных отложениях изморози и гололёда допускается напряжение шума до 6,3 *мв*.

Продолжение табл. 187

Наименование электрической характеристики	Единица измерения	Норма	
		цветные цепи	стальные цепи
Защищённость от переходного разговора, определяемая на рабочем месте телефонистки междугородного коммутатора при остаточном затухании 1 *неп* для частоты 0,8 *кгц*:			
между каналами в. ч., организованными на одной и той же цепи	*неп*	6,8*	—
между каналами в. ч., организованными на разных цепях	»	5,4*	5,4*

* При проектировании магистрали, состоящей из N переприёмных участков, указанные нормы должны быть повышены на величину $\frac{1}{2}\ln N$ для каждого переприёмного участка.

хотя бы ориентировочно средиегодовую повторяемость таких условий и время работы телефонных каналов с повышенными шумами, а также время их простоя.

На основе данных об ожидаемых перерывах связи во время гололёдообразования на проводах при различных вариантах размещения усилительных пунктов проектировщик, исходя из важности магистрали, решает вопрос о целесообразности увеличения числа усилительных пунктов на данной магистрали или прокладки кабеля на участках, подверженных гололёдообразованию.

Затухаиия аппаратуры уплотнения и других элементов, принимаемые при расчётах затухания цепи на усилительных участках, указаны в табл. 188.

Таблица 188

Величины затухаиия аппаратуры уплотнения и других элемеитов высокочастотных цепей

Наименование элемента высокочастотной цепи	Обозначение	Рекомендуемая величина в *неп*
Затухание стойки линейных фильтров образца СМТ-35	b_{ϕ}	0,10
Затухание комплекта линейных фильтров для выделения многоканальной системы	b_{ϕ}	0,05
Затухание согласовывающего автотрансформатора	b_{at}	0,03

Усиление аппаратуры высокочастотного телефоннрования вычисляется по формулам:

оконечной аппаратуры в направленин передачи

$$s_{пер1} = s_{пер2} = b_y + p_o; \quad (22)$$

оконечной аппаратуры в направлении приёма

$$s_{пр1} = b_1 - p_o - b_y - b_{Tp}; \quad (23)$$

$$s_{пр2} = b_{n+1} - p_o - b_y - b_{Tp}; \quad (24)$$

промежуточного усилителя № $к$ в одном направлении передачи

$$s_к = b_к \quad (25)$$

и в обратном направлении

$$s'_к = b_{к+1}. \quad (26)$$

В этих формулах: b_y — затухание транзитного удлинителя; p_o — уровень передачи на выходе оконечной аппаратуры; $b_к$ — затухание цепи на $к$-ом усилительном участке; $b_{к+1}$ — то же на $к+1$ усилительном участке; b_{Tp} — транзитное затухание.

Величина p_o определяется из паспорта применяемой аппаратуры высокой частоты и принимается такой величины, чтобы разность уровней передачи в одноимённых системах высокой частоты (например трёхканальных без передачи тока несущей частоты), работающих на параллельных цепях, не превосходила 0,2 — 0,3 *неп*.

Диаграмма уровней передачи для систем без передачи тока несущей частоты строится для частот $f_p = F_0 \pm 0{,}8$ *кгц*, где F_0 — несущая частота верхних по частоте каналов прямого и обратного направлений передачи. Знак «плюс» или «минус» при определении расчётной частоты выбирается в зависимости от того, какая полоса боковых частот (верхняя или нижняя) передаётся по линии. Для систем с передачей тока несущей частоты диаграмма уровня строится для несущих частот.

Диаграмма уровней передачи строится для условий погоды, указанных выше.

Наивысшие допустимые уровни передачи при построении диаграммы уровней выбираются, как указано на стр. 753.

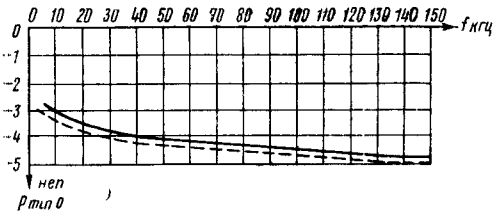
Величина наименьшего допустимого уровня

$$p_{min} = p_{min0} + \ln\frac{2{,}5}{u_ш} + (1 - b_r) + \frac{1}{2}\ln(n+1), \quad (27)$$

где p_{min0} — наименьший допустимый уровень при одном усилительном участке ($n=0$), при остаточном затухании $b_r = 1$ *неп*, при напряжении шума $u_ш = 2{,}5$ *мв* и при отсутствии помех селективного характера. Если уровень помех $p_ш$ в линии измерен, то

$$p_{min0} = p_ш + 4{,}73. \quad (28)$$

Если измеренного значения $p_ш$ не имеется в распоряженни, то требующаяся для расчёта величина $p_{\min 0}$ может быть взята из кривой, представленной для цветных цепей на фиг. 229, в зависимостн от расчётной частоты.



Фиг. 229. Минимальный допустимый уровень в зависимости от частоты тока

Расчёт напряжения шума производится для верхних каналов каждого нз направлений передачн в случае, когда уровень передачн на каком-лнбо из уснлительных участков опускается нпже величнны $p_{\min}$.

Порядок расчёта следующий.

Сначала подсчитывают уровень шумов $p_{шк}$, который получнлся бы на коммутаторе от каждого уснлительного участка в отдельности, если бы фактический уровень передачн точно совпадал с допустимым уровнем $p_{\min}$:

$$p_{шк} = p_ш - \frac{1}{2} \ln (n+1), \qquad (29)$$

где $p_ш$ — уровень шумов, соответствующий напряжению $u_ш$, которое подставлялось в формулу для вычисления $p_{\min}$, и $(n+1)$ — число усилительных участков.

Затем для каждого усилительного участка вычисляют величину $\Delta p_{шк}$ (фнг. 230):

$$\Delta p_{шк} = p_{\min} - p_{\min к}, \qquad (30)$$

где $p_{\min к}$ — фактическнй наименьшнй уровень, который берётся из диаграммы уровней передачи.

После этого подсчитывают уровень шумов, который будет создаваться на коммутаторе каждым усилительным участком с учётом фактической велнчины наименьшего уровня на каждом из них;

$$p'_{шк} = p_{шк} + \Delta p_{шк}. \qquad (31)$$

Общий уровень шумов на коммутаторе $p'_ш$ от всех усилнтельных участков может быть найден нз уравнения

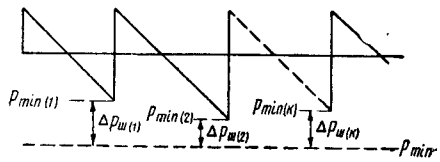
$$e^{2p'_ш} = e^{2p'_{ш1}} + e^{2p'_{ш2}} + \ldots + e^{2p'_{шn}} + e^{2p'_{ш(n+1)}}. \qquad (32)$$

Если величина $\Delta p_{шк}$ для всех усилительных участков имеет отрицательное значение, то $p'_ш$ должно всегда получиться меньше $p_ш$ того уровня шумов, нз величины которого исходили при определении $p_{\min}$.

Напряжение шума в милливольтах

$$u'_ш = 775\, e^{p'_ш}. \qquad (33)$$

Расчёт влияния эхо следует производнть лншь для сравнительно длинных



Фиг. 230. К расчёту уровня помех в телефонных каналах в. ч.

магистралей (3 500 *км* и больше). Методнка расчёта указана на стр. 733.

Время распространения токов эхо, необходимое для определения наименьшего затухания токов эхо,

$$t_E = 0{,}007\, l + n t_a + N t_v, \qquad (34)$$

где l — длина магистрали (в одну сторону) в *км*;

n — число промежуточных усилителей;

N — число оконечных установок;

t_a и t_v — время распространенння по шлейфу промежуточной н оконечной аппаратуры в *мсек* (табл. 189).

Таблица 189

Время распространения по шлейфу оконечной и промежуточной аппаратуры в. ч.

Тип аппаратуры в. ч.	Время распространения в *мсек*
Оконечная аппаратура типа СМТ-34	1,5
Промежуточный усилитель типа ТВЧ-34	1,3
Оконечная аппаратура трёхканальной системы без передачи тока несущей частоты	1,5
Промежуточный усилитель трёхканальной системы без передачи тока несущей частоты	0,75
Оконечная станция двенадцатиканальной системы	2,0
Промежуточный усилитель двенадцатиканальной системы	0,02

Определнв t_E, далее поступают, как указано на стр. 733 — 734.

Расчёт защищённости от переходного разговора между телефонными каналами высокой частоты предусматривает определение её между разделительными гнёздами испытательной стойки для каналов высокой частоты, образованных на параллельных физических цепях, подвешенных на одной и той же столбовой линии.

Следует различать два случая: 1) когда частотные полосы каналов совпадают и 2) когда частотные полосы каналов сдвинуты одна относительно другой.

Случай 1. В этом случае защищённость от переходного разговора на дальнем конце определяется по формуле (20).

Расчёт защищённости от переходного разговора на ближнем конце производится так же, как и в случае влияния между телефонными каналами тональной частоты с оконечными усилителями (см. табл. 165).

При указанных расчётах за расчётную частоту принимают $f_p = F_0 \pm 0{,}8$ *кгц*, где F_0 — несущая частота данных каналов. Знаки + или — выбираются в зависимости от того, происходит ли передача разговоров на верхней или нижней боковой полосе.

Случай 2. Если полосы частот каналов, работающих на параллельных цепях, сдвинуты относительно друг друга или инверсированы несущие частоты, то защищённость от переходного разговора увеличивается по сравнению с вариантом совпадения полос частот.

Определение защищённости от переходного разговора при сдвиге частотных полос каналов производится следующим образом.

По формуле (20) или по формуле, приведённой в табл. 165, находят защищённость ζ от переходного разговора для трёх частот в диапазоне совпадения полос частот рассматриваемых каналов. Частоты, при которых ведётся расчёт, должны соответствовать четверти, половине и трём четвертям ширины совпадающей полосы частот.

Найденные величины должны быть увеличены на разность затуханий полосовых фильтров передающей и соответственно приёмной станции при расчётных частотах и при частоте $F_0 \pm 800$ *гц*. Таким образом,

$$\zeta' = \zeta + \Delta b'_{фк} + \Delta b''_{фк}. \qquad (35)$$

После этого находят из этих трёх величин среднее значение защищённости и к полученной таким образом величине прибавляют некоторую величину Δb.

Таким образом, искомое значение защищённости

$$\zeta = \frac{\zeta'_1 + \zeta' + \zeta'_3}{3} + \Delta b. \qquad (36)$$

Величина Δb представляет увеличение защищённости вследствие взаимного сдвига частотных полос и принимается равной:

а) при определении переходного разговора между каналами низшей группы частот трёхканальных установок без передачи тока несущей частоты $\Delta b = 1{,}0$ *неп*;

б) при определении переходного разговора между каналами высшей группы частот тех же установок $\Delta b = 1{,}5$ *неп*;

в) при определении переходного разговора между каналами, частотные полосы которых хотя и не совпадают, но расположены на шкале частот на расстоянии 0,1 — 0,3 *кгц* друг от друга, $\Delta b = 3{,}0$ *неп*;

г) в случаях, не предусмотренных в пунктах «а», «б», «в», для ориентировочной оценки увеличения переходного затухания может применяться величина

$$\Delta b = \ln \frac{\Delta F}{\Delta f} \text{ неп}, \qquad (37)$$

где ΔF — ширина канала в *гц*;

Δf — ширина совпадающей полосы в *гц*.

Защищённость от переходного разговора между каналами высокой частоты с инверсированными несущими частотами определяется так же, как и в случае каналов с совпадающими частотными полосами, но к результату расчёта добавляется $\Delta b = 0{,}8$ *неп*.

Расчёт напряжения шума, обусловленного интерференцией несущих частот, производится в том случае, когда из одного канала в другой, кроме полосы боковых частот, переходит ещё несущая частота.

Напряжение шума в милливольтах, обусловленное интерференцией несущих частот,

$$u_ш = 6{,}3\, I_0\, u_1\, e^{-B+s_{пр}} \sqrt{n+1}, \qquad (38)$$

где I_0 — значение влияющего тока несущей частоты в *ма* на выходе передающей станции;

u_1 — коэфициент шума, определяемый в зависимости от частоты $f_и$ тока биений по табл. 190. Величина $f_и$ находится, как разность несущих частот интерферирующих каналов;

B — переходное затухание в неперах (на ближнем или на дальнем конце) между цепями при частоте влияющего тока несущей частоты;

$s_{пр}$ — усиление в неперах приёмной станции канала, подверженного влиянию при частоте влияющего тока несущей частоты;

n — число промежуточных усилителей на участке параллельного пробега каналов.

В табл. 190 помимо коэфициента u_1, используемого при расчёте шума от непрерывного мешающего тока (для систем с несущей частотой), приведён ещё коэфициент u_2, которым следует пользоваться, подставляя его вместо коэфициента u_1, при расчёте шума от прерывистого мешающего тока (надтональный телеграф и тональный телеграф по каналам высокой частоты).

Указания по проектированию высокочастотных связей по кабельным линиям см. [24].

Таблица 190

Коэфициенты u_1 и u_2, используемые при расчётах шума от влияния непрерывного и прерывистого мешающего тока

$f_и$ в *кгц*	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,15	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
u_1	14	36	62	98	137	164	143	65	38	27	23	23,5	26	34
u_2	25	48	76	110	145	184	177	82	46	40	37	38	40	44

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ МАГИСТРАЛЕЙ ДАЛЬНЕЙ СВЯЗИ

Трасса магистрали должна проходить через пункты, с которыми необходимо дать связь оконечным пунктам; она должна быть возможно короче, итти вдоль железной дороги и пролегать через местности с наиболее благоприятными метеорологическими условиями. Следует по возможности создавать между заданными пунктами обходное направление, если таковое отсутствует.

Материал проводов должен соответствовать назначению цепей. Для магистральных связей следует использовать воздушные провода из цветного металла и подземные кабели междугородного типа, для внутридорожных связей — провода из цветного металла и стальные. Провода из цветного металла для внутридорожных связей следует применять при необходимости устройства не менее чем трёх каналов в одном направлении, а также при длине связи, превышающей 250—300 *км*.

Диаметр проводов выбирается с учётом допустимого затухания усилительного участка, а также с учётом метеорологических условий на трассе.

В целях взаимозаменяемости цепей следует стремиться, чтобы цепи одного и того же назначения, идущие параллельно, имели провода одного и того же диаметра.

Профиль опор воздушных линий выбирается с учётом назначения магистрали, числа пар проводов, метеорологических условий и принятой на данной магистрали системы уплотнения.

Кабельные вставки устраиваются на переходах через большие реки, на подходах к большим железнодорожным узлам, при прохождении через участки с тяжёлыми метеорологическими условиями или через участки, на которых по тем или иным причинам ожидается сильная коррозия проводов, а также по другим соображениям.

Усилительные пункты выбираются с учётом эксплоатационного задания, если в нём указаны пункты выделения тех или иных каналов связи, с учётом допустимых длин усилительных участков и, наконец, с учётом наличия в намечаемых пунктах свободной площади для установки промежуточного оборудования, источников энергии для питания этого оборудования и жилых помещений для обслуживающего персонала.

Средние длины усилительных участков. При предварительном размещении усилительных пунктов вдоль магистрали при медных проводах для всех видов каналов связи, кроме каналов многоканальной системы, можно ориентироваться на среднюю длину усилительного участка 250—350 *км*, для каналов же многоканальной системы — на длину участка 80—120 *км*. При проводах из биметалла (d = = 4 *мм*; Δ = 0,4 *мм*) можно принимать те же длины и лишь для каналов т. ч. следует сокращать длину усилительных участков до 150—200 *км*.

При стальных проводах средняя длина усилительного участка должна быть равна 70—90 *км*.

Длина трансляционных телеграфных участков при телеграфировании по искусственной цепи обычно равняется удвоенной длине усилительных участков канала т. ч.

Схема связи. На основании приведённых выше общих соображений, а также допустимых длин усилительных участков составляется расчётная схема магистрали.

На расчётной схеме магистрали должны быть указаны все необходимые для расчёта данные: пункты установки оконечной и промежуточной аппаратуры для всех каналов связи, типы линий по участкам (воздушная, кабельная, материал и диаметр проводов, расстояние между проводами и т. п.), общие длины усилительных участков, отдельно длины кабельных вставок и т. д.

При этом следует иметь в виду, что, исходя из удобств эксплоатации, необходимо, чтобы телефонные каналы в. ч. имели переприёмные пункты не реже чем через семь усилительных участков, считая по трёхканальной групповой системе любого типа.

Из тех же соображений желательно, чтобы в переприёмных пунктах трёхканальных систем организовывался переприём и в каналах многоканальных систем.

Каналы высокой частоты, образованные при помощи аппаратуры типа СМТ-34, должны иметь переприёмные пункты не более чем через 1 000—1 200 *км*, а одноканальные системы для стальных цепей не более чем через 200—250 *км*. Число переприёмов в этих двух случаях не должно быть более одного.

Усилители одноканальных систем должны устанавливаться в тех же пунктах, что и усилители трёхканальных систем.

Направление частот. Для увеличения защищённости от переходных разговоров распределение систем в. ч. связи по направлениям следует производить в соответствии с табл. 191.

Таблица 191

Порядок распределения частот по направлениям

Направление передачи	Используемые каналы связи		
	одноканальная система	трёхканальная система	многоканальная система
С севера на юг и с запада на восток	Верхний канал	Нижняя группа каналов	Верхняя группа каналов
С юга на север и с востока на запад	Нижний канал	Верхняя группа каналов	Нижняя группа каналов

Исходя из общих соображений, обычно бывает возможно наметить несколько вариантов как прохождения трассы магистрали, так и размещения вдоль неё усилительных пунктов.

Окончательный выбор того или иного варианта производится после электрического расчёта каналов связи и экономического сравнения возможных вариантов.

ОБОРУДОВАНИЕ УЗЛОВ ДАЛЬНЕЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ НА ЧЕРТЕЖАХ И В ТЕКСТЕ

АА — аппарат абонента
АТС — автоматическая телефонная станция
Б — батарея
БлЗ — бленкер занятости
БлР — блокировочное реле
В — вызов, или вызывная шина
ВБл — вызывной бленкер
ВГИ — групповой искатель входящих соединений
ВИС — вводно-испытательная стойка
ВЛ — вызывная лампа
ВН — выбиратель направления
ВС — вводная стойка
ВР — вызывное реле
ВШ — вызывной штепсель
Вщ — вещание
Г — гнездо
ГЗ — гаситель знаков
ГнМП — гнездо местного поля
ГнМнП — гнездо многократного поля
ГИ — групповой искатель
ГТС — городская телефонная станция
ГУ — главный узел связи
Дем — демодулятор
ДГИ — групповой искатель дальней автоматической связи
ДГТС — двусторонняя групповая телефонная связь
Др — дроссель
ДУ — дорожный узел связи
ЖАТС — железнодорожная автоматическая телефонная станция
З — зуммер
Зв — звонок
И — индуктор или шины индукторного вызова
ИВ — положение ключа $И_1$, при котором вызов посылается по вызывному штепселю
ИО — положение ключа $И_1$, при котором вызов посылается по опросному штепселю
ИсхГ — гнездо исходящих соединений
ИРГ — индукторное реле генератора
ИС — испытательная стойка
ИРЛ — индукторное реле линии
К — конденсатор
КДН — комплект дальнего набора
КИС — контрольно-испытательная стойка
Кл — ключ
ЛКГ — лампа контроля генератора
ЛКЛ — лампа контроля линии
КлНаб — ключ набора номера абонента
КлП — ключ подготовки
КлВРМ — ключ вызывной рабочего места
КлИ — ключ индукторного вызова
КлР — ключ разделительный
КлС — ключ скидывания
КлТ — ключ переключения переговорных приборов телефонистки
КМ — купроксный мост
КнЗ — кнопка зуммера
КнЗв — кнопка звонка
КнИ — кнопка индукторного вызова
КнК — кнопка контроля
КнЛ — кнопка для гашения вызывной лампы
КнМ — кнопка переключения междугородной линии в местный коммутатор
КнМИ — кнопка машинного индуктора
КнОРМ — кнопка объединения рабочих мест
КнП — кнопка подготовки
КнРазбл — кнопка разблокировки
КнТ — кнопка для соединения переговорных приборов телефонистки со столом старшей телефонистки
КнФ — кнопка фонического вызова
КОС — опросно-контрольный ключ
КР — комплект реле
Л — линия, провод
ЛАЗ — линейно-аппаратный зал
ЛГ — линейное гнездо
ЛГВх — линейное гнездо входящих соединений
ЛГИ — линейное гнездо исходящих соединений
ЛЗ — лампа занятости
ЛИ — линейный искатель
ЛИСпец — линейный искатель специальных линий
ЛН — лампа набора
ЛР — линейное реле
ЛТр — линейный трансформатор
М — микрофон
МАТС — междугородная автоматическая телефонная станция
МЗ — машинный зуммер
МИ — машинный индуктор
МЛ — реле междугородной линии
Мод — модулятор
НИ — направляющий искатель
НН — номеронабиратель
О — опрос
ОВЛ — общая вызывная лампа
ОЛ — отбойная лампа
ОР — отбойное реле
ОС — оконечная станция связи
ООЛ — общая отбойная лампа
ООР — общее отбойное реле
ОУ — отделенческий узел связи
ОШ — опросный штепсель
ПА — реле прямого абонента
ПИ — предыскатель
ППР — пробное разделительное реле
ПТН — приёмник тонального набора
Р — реле
РВК — разговорно-вызывной ключ
РДН — реле дальнего набора
РЗ — реле зуммерное
РКГ — реле контроля генератора
РКВ — реле контроля вызова
РКЛ — реле контроля линии
РМ — реле рабочего места
РПЗ — реле пробы на занятость
РР — разделительное реле
РТ — реле транзита
РТС — ручная телефонная станция
РШ — реле шнуровое
С — сопротивление
СГ — сигнальный генератор
СИ — смешивающий искатель
СЛ — соединительная линия

Т — телефон
ТВ — положение ключа *Т*, при котором переговорные приборы телефонистки присоединяются к вызывному штепселю
ТО — положение ключа *Т*, при котором переговорные приборы телефонистки присоединяются к опросному штепселю
Твр — токовращатель
Тр — трансформатор
ТрГ — транзитное гнездо
ТУ — транзитный удлинитель
Ш — шина
ШИ — шины индукторного вызова
ШКГ — шины контроля генератора
Шт — штепсель
ЧНН — час наибольшей нагрузки

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В узловых пунктах сети дальней телефонной связи железнодорожного транспорта, а именно при Министерстве путей сообщения, управлениях и отделениях железных дорог организованы междугородные телефонные станции (МТС).

По своему значению и положению на сети дальней связи их разделяют на главные, дорожные и отделенческие. В отдельных случаях МТС устраивают и на крупных железнодорожных станциях.

На междугородных телефонных станциях устаиавливают оборудование, служащее в основном для организации каналов дальней и избирательной телефонной связи, для соединения их с телефонными аппаратами абонентов, для транзитных соединений каналов, для организации связи по обходным направлениям и других переключений каналов, для технического обслуживаиия физических цепей, каналов и аппаратуры связи и т. д.

Осиовными цехами МТС являются:

1. Линейно-аппаратиый зал, служащий для размещения оборудования, необходимого для включения физических цепей и защиты станционного оборудования, образования каналов связи и технического обслуживания физических цепей, аппаратуры и каналов связи.

2. Коммутаторный зал при ручном обслуживании соединений с дальними линиями, предназначенный для установки коммутаторов, на которых устанавливают соединения с дальними линиями, и зал специального оборудования при автоматизации процесса соединений с дальними линиями, служащий для той же цели.

3. Ста ивная коммутаторного зала, служащая для устаиовки стативов реле, а также вводных, испытательных и других устройств, необходимых для включения и технического обслуживания различного рода соединительных линий.

На железнодорожном транспорте стативные, как правило, объединяются с кроссовыми местных телефонных станций.

4. Цех электропитания устройств МТС. В узлах транспортной связи устройства электропитания МТС обычно объединяются с устройствами электропитания других видов аппаратуры связи, установленной в том же пункте.

5. Вспомогательные службы — мастерская, измерительная и т. п.

СИСТЕМЫ ЭКСПЛОАТАЦИИ ТЕЛЕФОННЫХ КАНАЛОВ ДАЛЬНЕЙ СВЯЗИ

Существуют следующие системы эксплоатации телефонных каналов дальней связи: заказная, немедленная, скорая и комбинированная.

Заказная система характеризуется тем, что абоненты предварительно заказывают переговоры, а затем после более или менее длительного ожидания, в порядке очереди вызываются станцией и получают соединение с дальней линией. Приём заказов на переговоры по дальним линиям и соединение осуществляют на разных рабочих местах разные телефонистки.

Продолжительность времени ожидания соединения зависит от скорости обработки заказа на МТС и от степени загрузки требуемого направлеиия. При этом возможно установление определённой очерёдности, например, руководящих и оперативных работников.

Коммутаторное оборудование МТС заказной системы состоит из заказиых коммутаторов для приёма заказов, контрольно-распределительных столов (на МТС большой ёмкости), для проверки правильности оформления заказов и распределения их по рабочим местам и междугородных коммутаторов для установления соединений с дальними линиями.

МТС заказной системы соединяются с местной телефонной станцией (ЦТС) заказными и соединительными линиями. На ЦТС заказиые линии проходят многократио по местным коммутаторам, а соединительные заканчиваются шнурами на особом коммутаторе — форшальтере. На МТС заказиые линии включаются в заказиые коммутаторы, а соединительные линии—в междугородные коммутаторы. На железнодорожном транспорте ЦТС и МТС обычно размещают в одном здании, и вызов абонентов ЦТС для предоставления им дальней линии, как правило, осуществляется не по соединительным линиям, а по общему многократному полю.

При заказной системе достигается наибольшее использование каналов дальней телефонной связи, так как замедление исполнения заказов позволяет выравнивать нагрузку МТС и обеспечивать использование каналов и после падения поступления заказов. Этому также способствует освобождение междугородных телефонисток от операций, непосредственно не связанных с установлением соединений с дальними линиями, малое число линий, обслуживаемых одной телефонисткой (2—4 и редко больше), применение предварительной подготовки и других аналогичных мероприятий. Высокая степень использования дальних линий позволяет обслуживать данную потребность в переговорах при относительно малом числе линий.

Недостатками заказной системы является необходимость ожидания начала переговора, часто весьма значительного, и большая стоимость внутристанционной эксплоатации.

Немедленная (ускоренная) система характеризуется тем, что абоненты, вызвав МТС, сразу попадают к междугородной телефонистке и, заказав переговор по дальней линии, получают требуемое соединение, не вешая микротелефона на рычаг аппарата. Время ожидания для 80 — 90% заказов не превышает 1—2 мин. Для остальных 20 — 10% заказов допускается замедление установления соединений на 10 — 15 мин. (вследствие занятости требуемой линии, отсутствия вызываемого абонента и т. п.). В этих случаях абоненту предлагается повесить микротелефон на рычаг аппарата, а его заказ передаётся для исполнения на коммутатор замедленных соединений. Телефонистка этого коммутатора вызывает абонента при установлении соединения.

Достоинством немедленной системы является малое время ожидания для большинства абонентов, заказывающих соединение с дальней линией. Однако она требует наличия значительно бо́льших пучков линий дальней связи, чем заказная система.

Соединение при заказной и немедленной системах возможно ручное и полуавтоматическое.

При ручном обслуживании оборудование МТС состоит из коммутаторов исходящих или заказно-междугородных, исходящих для замедленных соединений и входящих междугородных.

При полуавтоматическом соединении набор номера вызываемого абонента осуществляется телефонисткой другого города при помощи устройств дальнего набора. При этом входящие междугородные коммутаторы не применяются, а взамен них устанавливаются устройства для приёма дальнего набора. Исходящие коммутаторы дополняются устройствами для передачи дальнего набора.

Скорая система характеризуется тем, что абонент, вызвав МТС, или сразу получает соединение, если требуемое направление свободно, или получает отказ в нём, если это направление занято. Для получения соединения он должен вызвать станцию вторично. Эта система, таким образом, характеризуется не временем ожидания, а процентом отказов в соединениях в час наибольшей нагрузки (*ЧНН*).

Количество дальних линий и соединительных приборов МТС рассчитывается таким образом, чтобы процент отказов (или потерь) не превосходил 5—10% в *ЧНН*.

При скорой системе возможно ручное, полуавтоматическое и автоматическое обслуживание соединений.

При ручном обслуживании оборудование МТС состоит из исходящих и входящих междугородных коммутаторов и устройств для связи с местной телефонной станцией и для осуществления транзитных соединений.

При полуавтоматическом обслуживании, как и при немедленной системе, автоматизируется процесс соединения с абонентом другого города.

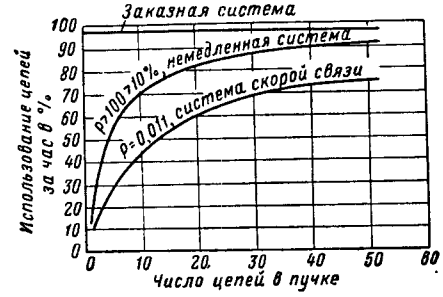
При автоматическом обслуживании полностью автоматизируется весь процесс соединения. Абонент при помощи номеронабирателя получает соединение с требующейся ему линией и затем после ответа станции другого города набирает номер вызываемого абонента. Оборудование МТС в таком случае состонт из устройств, обеспечивающих автоматическую передачу и приём импульсов дальнего набора и других сигналов, а также связь с местными автоматическими телефонными станциями.

Система скорой связи требует бо́льших пучков каналов, чем немедленная система. Достоинством её является более высокое качество обслуживания абонентов, чем при других системах эксплоатации.

Комбинированная система сочетает в себе заказную и немедленную систему эксплоатации, позволяя эксплоатировать дальние линии всех направлений по заказной или немедленной системе или эксплоатировать любую часть направлений по заказной системе, а остальные по немедленной; она также позволяет осуществлять быстрый переход от одной системы эксплоатации к другой при суточном регулировании работы станции.

МТС комбинированной системы состоит из оборудования, позволяющего осуществлять работу по заказной системе, и из оборудования, необходимого для работы по немедленной системе. При этом заказные и исходящие междугородные коммутаторы соединяются передаточными линиями, используемыми в случае, когда часть направлений эксплоатируется по немедленной системе, а остальные направления — по заказной системе.

Степень использования линий при различных системах эксплоатации характеризуется графиками, представленными на фиг. 231. Наи-



Фиг. 231. Использование цепей при различных системах эксплоатации

большая степень использования получается при заказной системе.

При немедленной и скорой системах степень использования линий зависит от числа линий в пучке и от заданного качества обслуживания (времени ожидания или процента отказов в соединении).

Время ожидания абонентами соединений различно для разных систем. Минимальное время ожидания, обусловленное внутристанционной обработкой соединения и осуществлением самого соединения для разных систем эксплоатации, характеризуется данными, приведёнными в табл. 192.

На железнодорожном транспорте СССР наиболее широко распространена заказная система эксплоатации телефонных линий дальней связи. Однако за последние годы получает большое распространение также и скорая автоматическая система эксплоатации.

Таблица 192

Минимальное время ожидания при разных системах эксплоатации линий дальней телефонной связи

Система эксплоатации	Время, необходимое для приёма заказа от абонента, в сек.	Время, необходимое для обработки заказа и осуществления соединения, в сек.	Наименьшее время ожидания при наличии свободных цепей в сек.
Заказная	60	150÷240	210÷300
Немедленная . .	30	30	60
Скорая ручная	15	10÷15	25÷30
» автоматическая . . .	—	15÷20	15÷20
Комбинированная	Время определяется основными системами		

МЕЖДУГОРОДНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СТАНЦИИ ЗАКАЗНОЙ СИСТЕМЫ

Типы междугородных коммутаторов, применяемых на железнодорожном транспорте

В настоящее время эксплоатируют междугородные коммутаторы следующих типов:

а) для совместной работы с местной телефонной станцией системы ЦБ × 2;

б) для совместной работы с местной телефонной станцией системы ЦБ × 3 × 2;

в) МПС для совместной работы с местной телефонной станцией системы ЦБ × 3 × 2 и с возможностью установления транзитных соединений телефонных каналов.

Некоторое применение на сети дальней связи железиодорожного транспорта может получить также новый междугородный коммутатор типа М-49, например, для совместной работы с АТС.

В коммутаторах всех перечисленных типов предусмотрена возможность осуществления связи по соединительным линиям с местными телефонными станциями различных систем.

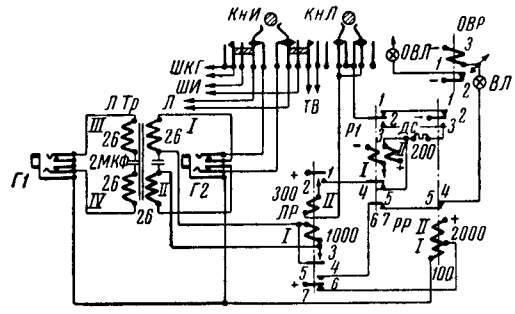
Междугородный коммутатор для совместной работы с телефонной станцией системы ЦБ × 2. Междугородный коммутатор этого типа рассчитан на включение четырёх дальних линий и имеет одно рабочее место. Детали коммутатора монтируют в двухпанельном корпусе размерами 1 515 × 650 × 1 100 *мм*.

На вертикальной доске коммутатора размещается многократное поле местных абонентов станции истемы ЦБ × 2 (ёмкость поля соответствует ёмкости местной телефонной станции), многократное поле местных абонентов МБ (30 ближних и 30 удалённых), гнёзда и бленкеры соединительных (20 комплектов) и заказных линий и местное поле дальних линий. Коммутатор имеет восемь шнуровых пар и восемь кнопок подготовки.

Схемы включения дальней линии в коммутатор, шнуровой пары и рабочего места, а также заказной линии представлены на фиг. 232—234 соответственно.

Для работы коммутатора требуется источник постоянного тока с напряжением 24 ± ± 2 *в*. Наибольшая величина тока, потребляемого коммутатором, составляет 0,4 *а*; количество электричества, потребное в сутки, равно 4,8 *а-час*.

Междугородный коммутатор для совместной работы с телефонной станцией системы

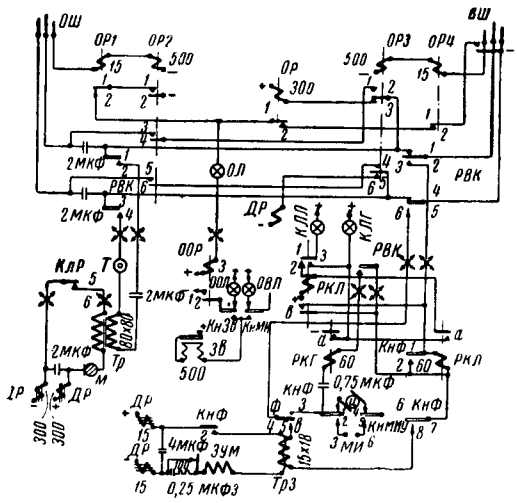


Фиг. 232. Схема включения дальней линии в междугородный коммутатор для совместной работы с коммутатором системы ЦБ×2

ЦБ × 3 × 2. Этот коммутатор нормально рассчитан на включение шести дальних линий и имеет два рабочих места.

Детали коммутатора монтируют в трёхпанельном корпусе размерами 1 595 × 947 × 872 *мм*.

На передней доске коммутатора располагаются гнёзда многократного поля местных абонентов станции ЦБ × 3 × 2 общей ёмкостью до 900 номеров. Под ними помещаются гнёзда и бленкеры занятости исходящих и



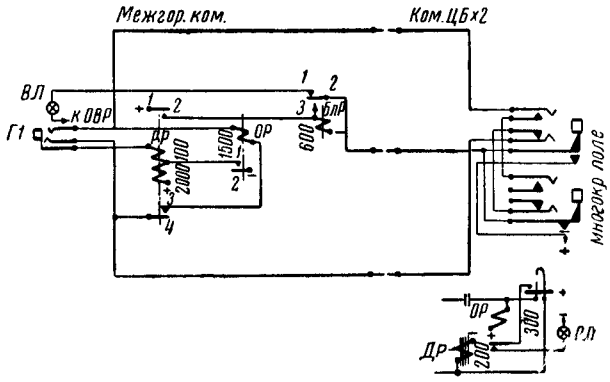
Фиг. 233. Схема шнуровой пары и рабочего места междугородного коммутатора для совместной работы с коммутатором ЦБ×2

двусторонних соединительных линий; предельная ёмкость поля соединительных линий составляет 120 номеров. Ниже поля соединительных линий на первой и третьей панелях находятся гнёзда и бленкеры занятости двух линий передачи на стол старшей телефонистки, а на средней панели — гнёзда и вызывные бленкеры заказных линий.

В нижней части доски коммутатора на двух панелях монтируют приборы шести дальних линий, по три на каждой панели; место на

третьей панели оставляется свободным (запасным).

Число шнуровых пар коммутатора может доходить до 21. Обычно монтируется 12 пар, из которых восемь для основного рабочего места и четыре для добавочного. Схемы включения дальней линии в коммутатор, шнуровой пары, рабочего места и заказной линии приведены на фиг. 235 — 237 соответственно.



Фиг. 234. Схема включения заказной линии в междугородный коммутатор для совместной работы с коммутатором ЦБ×2

Коммутаторы разделяются на правые и левые. В правом коммутаторе основное рабочее место находится справа, в левом — слева. Приборы междугородных, заказных и передаточных линий размещаются на специальном стативе, а шнуровые реле и общие реле рабочих мест — в корпусе коммутатора. Для работы коммутатора необходим источник постоянного тока с напряжением 24 ± 2 *в*.

Наибольшая величина тока, потребляемого коммутатором, составляет 0,6 *а*, а количество электричества, потребляемое в сутки,— 7,2 *а-час*.

Междугородный телефонный коммутатор типа МПС для совместной работы с коммутатором системы ЦБ × 3 × 2 и с возможностью установления транзитных соединений телефонных каналов. Этот коммутатор рассчитан на включение четырёх дальних линий и имеет одно рабочее место. Детали коммутатора монтируются в двухпанельном корпусе [1].

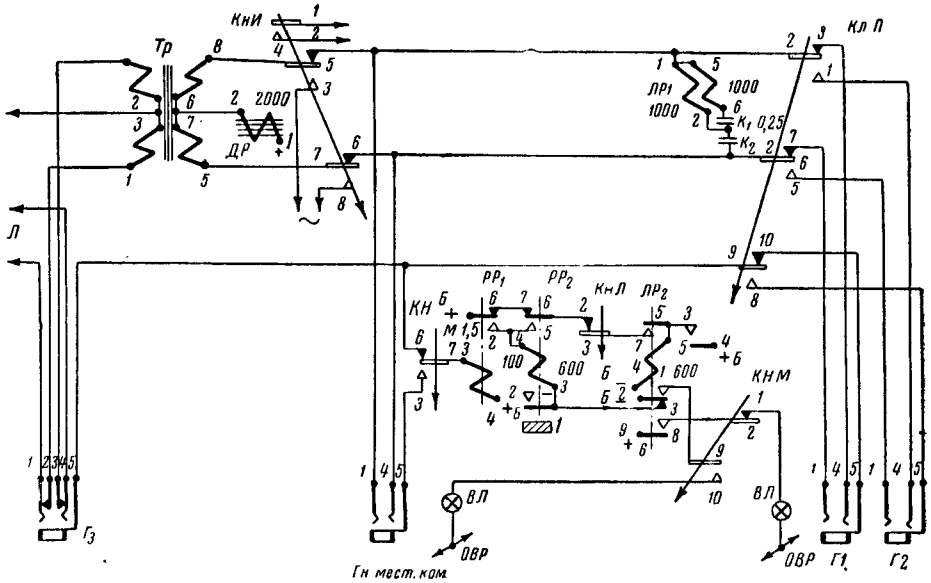
Схема коммутатора обеспечивает возможность транзитных соединений междугородных линий. Также предусмотрена возможность включения в коммутатор линий прямых абонентов с аппаратами систем ЦБ и МБ.

Для посылки селекторного вызова по цепям постанционной и линейно-путевой связи в коммутаторе предусмотрен дисковый селекторный ключ системы А. И. Минченко, присоединяемый к требуемой цепи при помощи кнопок.

Коммутаторы допускают совместную работу с междугородными коммутаторами старого типа, предназначенными для работы с телефонными станциями системы ЦБ × 3 × 2.

На передней доске коммутатора расположены:

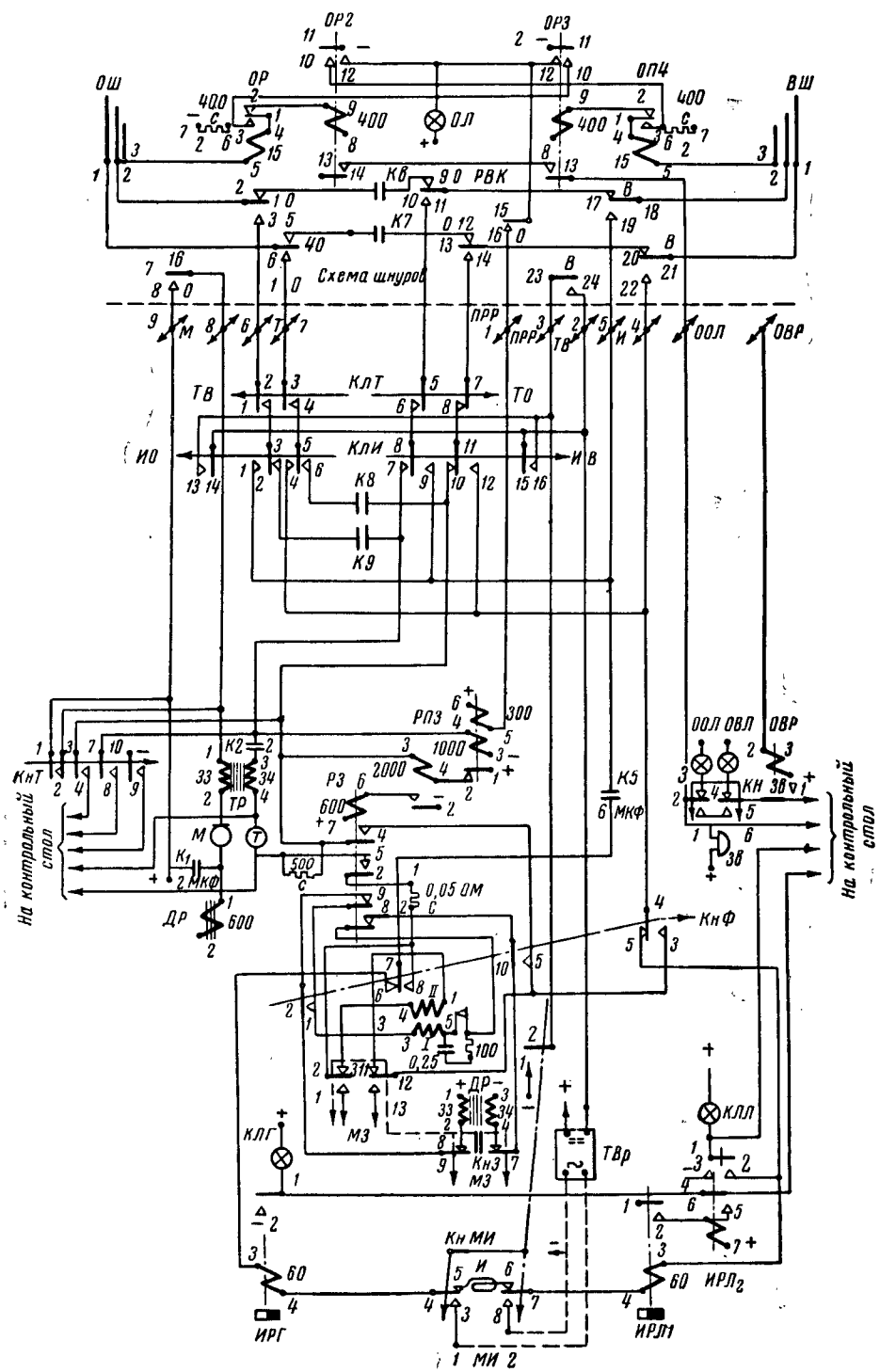
гнёзда многократного поля местных абонентов станции системы ЦБ × 3 × 2 общей ёмкостью 500 номеров (монтаж гнёзд многократного поля предусмотрен по четырёхпанельной системе);



Фиг. 235. Схема включения дальней линии в междугородный коммутатор ЦБ×3×2

гнёзда и сигналы занятости (лампы или малогабаритные бленкеры) многократного поля соединительных линий общей ёмкостью до 40 линий; эти гнёзда соединяются параллельно с гнёздами многократного поля соединительных линий местной станции;

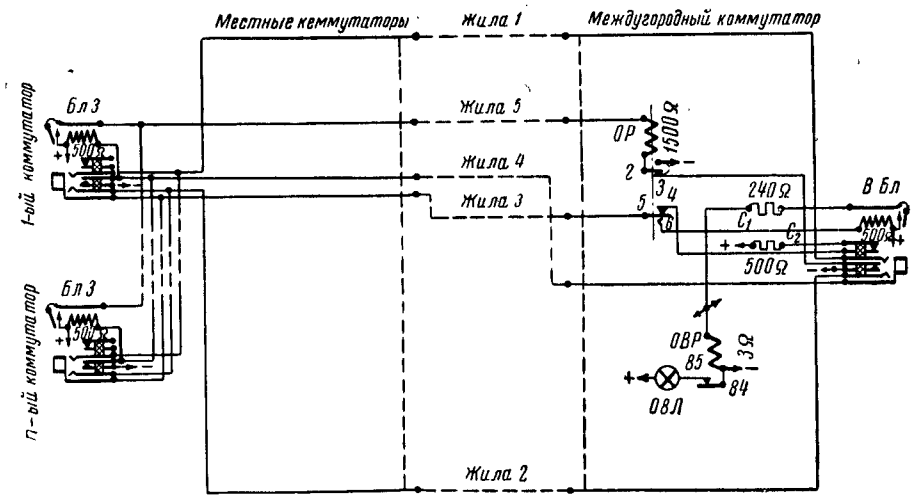
[1] С 1951 г. эти коммутаторы выпускают на 6 линий.



Фиг. 236. Схема шнуровой пары и рабочего места междугородного коммутатора ЦБ×3×2

гнёзда многократного поля линий прямых абонентов, не имеющие связи с гнёздами многократного поля местной станции общей ёмкостью до 40 линий;

гнёзда местного поля и вызывные лампы четырёх линий прямых абонентов с аппаратами системы ЦБ и трёх линий прямых абонентов с аппаратами системы МБ;

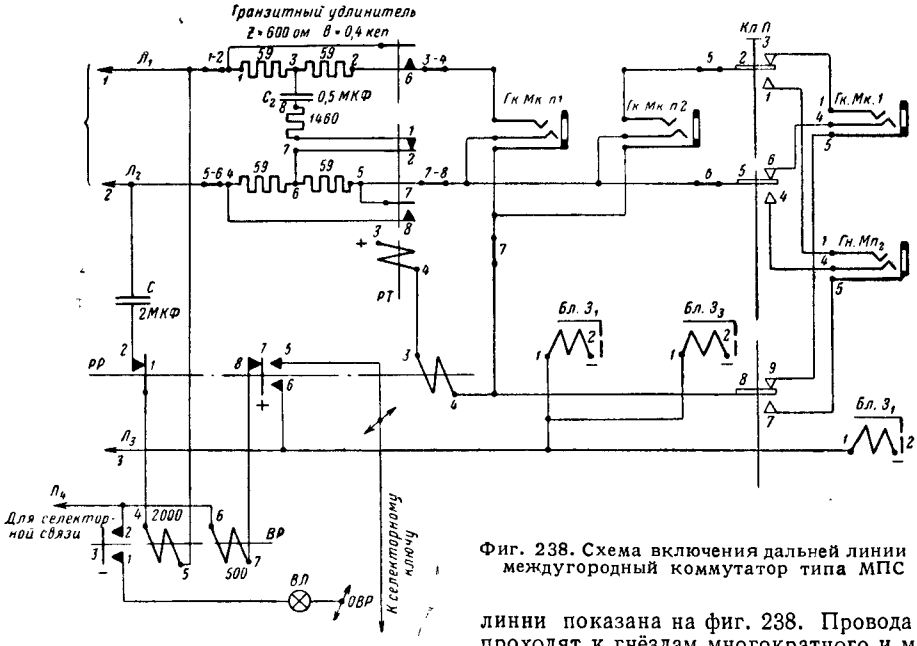


Фиг. 237. Схема заказной линии междугородного коммутатора ЦБ×3×2

гнёзда и сигналы занятости (лампы или малогабаритные бленкеры многократного поля междугородных линий общей ёмкостью до 30 линий);

гнёзда местного поля и вызывные лампы одной односторонней заказной линии и двух двусторонних служебных линий.

Схема включения в коммутатор дальней



Фиг. 238. Схема включения дальней линии в междугородный коммутатор типа МПС

комплекты приборов местного поля для четырёх-шести междугородных линий; в каждый из этих комплектов входят следующие приборы:

основное гнездо, гнездо для подготовки, ключ для переключения гнёзд, вызывная лампа, лампа занятости и кнопка для посылки селекторного вызова;

линии показана на фиг. 238. Провода линии проходят к гнёздам многократного и местного поля через транзитный удлинитель *ТУ* с затуханием в 0,4 *неп* и с характеристическим сопротивлением 600 *ом*. Соединение дальней линии с абонентскими линиями происходит через этот удлинитель.

В случае, когда одна дальняя линия соединяется с другой такой же линией, срабатывает реле *РТ* в схемах включения обеих дальних линий. Благодаря этому оба тран-

зитных удлинителя выключаются из цепи, и затухание всего транзитного соединения уменьшается на 0,8 *неп*. Удлинитель *ТУ* также выключается при посылке вызова в сторону дальней линии.

В местном поле дальней линии имеются два гнезда *ГнМП1* и *ГнМП2* и ключ переключения *КлП*, используемый для предварительной подготовки соединения.

Вызов со стороны дальней линии принимается реле *ВР*.

Схема включения дальней линии даёт возможность приёма селекторного вызова по проводу *Лз*.

Коммутатор имеет 10 трёхпроводных шнуровых пар и один отдельный двухпроводный шнур для номеронабирателя. Схема шнуровой пары и рабочего места представлена на фиг. 239. Каждый из шнуров может быть использован в качестве опросного и вызывного. Для пробы на «занято» используется тот шнур, который расположен ближе к телефонистке.

В схеме шнуровой пары имеются пять реле, из которых реле *ОР1* и *ОР3* предназначены для выключения транзитного удлинителя при транзитных соединениях, реле *ОР2* и *ОР4* — для приёма сигнала отбоя со стороны линий абонентских, соединительных со станциями системы ЦБ и АТС и прямых абонентов с аппаратами системы ЦБ и реле *ОР5* (индукторное) — для приёма сигнала отбоя со стороны линий междугородных, соединительных со станциями системы ЦБ и прямых абонентов с аппаратами системы МБ. Отбойные лампы на коммутаторе не закреплены за определёнными шнурами. При срабатывании любого из реле *ОР2* или *ОР4* загорается отбойная лампа *ОЛа*, указывая на получение отбоя со стороны абонентской или другой, относящейся к этим реле линии, а при срабатывании реле *ОР5* загорается отбойная лампа *ОЛм*, указывая на полученне отбоя со стороны междугородной или другой относящейся к этому реле линии. При этом совершенно не имеет значения, какой именно шнур вставлен в гнездо междугородной линии и какой в гнездо абонентской линии. В схеме каждой шнуровой пары предусмотрен опросно-контрольный ключ *КОС* на три положения, при помощи которого телефонистка может производить опрос без нарушения соединения и вести контроль переговоров.

При среднем положении ключа гарнитуры телефонистки отключаются от шнуровой пары.

При включении штепселей шнуров *Ш1*, *Ш2* в гнёзда междугородных линий (при транзите) срабатывают *ОР1* и *ОР3*, которые переключением своих контактов уменьшают сопротивление цепей питания транзитных реле *РТ* дальних линий. Реле *РТ* срабатывают и выключают удлинители.

Все приборы рабочего места являются общими для 10 шнуровых пар. Приборы гарнитуры телефонистки смонтированы по противоместной схеме; телефон *Т* защищён селеновым фриттером; при помощи ключа раздельного разговора *РР* гарнитура может быть присоединена к любому из шнуров; при этом второй шнур подключается к вызывному реле *ВР* с блокирующей обмоткой, служащему для приёма вызова со стороны абонентской или дальней линии, присоединённой к этому шнуру. Цепь блокировки реле *ВР* может быть разомкнута путём нажатия кнопки разблокировки *КнРазбл*. Посылка вызова осуществляется раздельно по каждому из шнуров путём перевода в соответствующее положение ключа раздельного вызова *РВ*. Кнопки *О1* и *О2* служат для объединения рабочих мест соседних коммутаторов.

На коммутаторе устанавливается номеронабиратель (на схеме не показан) для набора номера при соединении дальних линий с соединительными линиями к АТС.

Схемы включения в коммутатор линий прямых абонентов с телефонными аппаратами систем ЦБ и МБ представлены на фиг. 240 и 241.

Комплекты для включения линий прямых абонентов с аппаратами системы ЦБ могут быть использованы для включения дальних линий. Схемой этих комплектов предусмотрена возможность приёма селекторного вызова.

Комплекты междугородных коммутаторов типа МПС. Новые междугородные коммутаторы выпускаются заводом в двух комплектах: а) для междугородных станций из двух коммутаторов (восемь дальних линий); б) в виде одиночных коммутаторов, поставляемых для развития существующих междугородных телефонных станций.

Поставляемое при этом оборудование указано в табл. 193.

Таблица 193

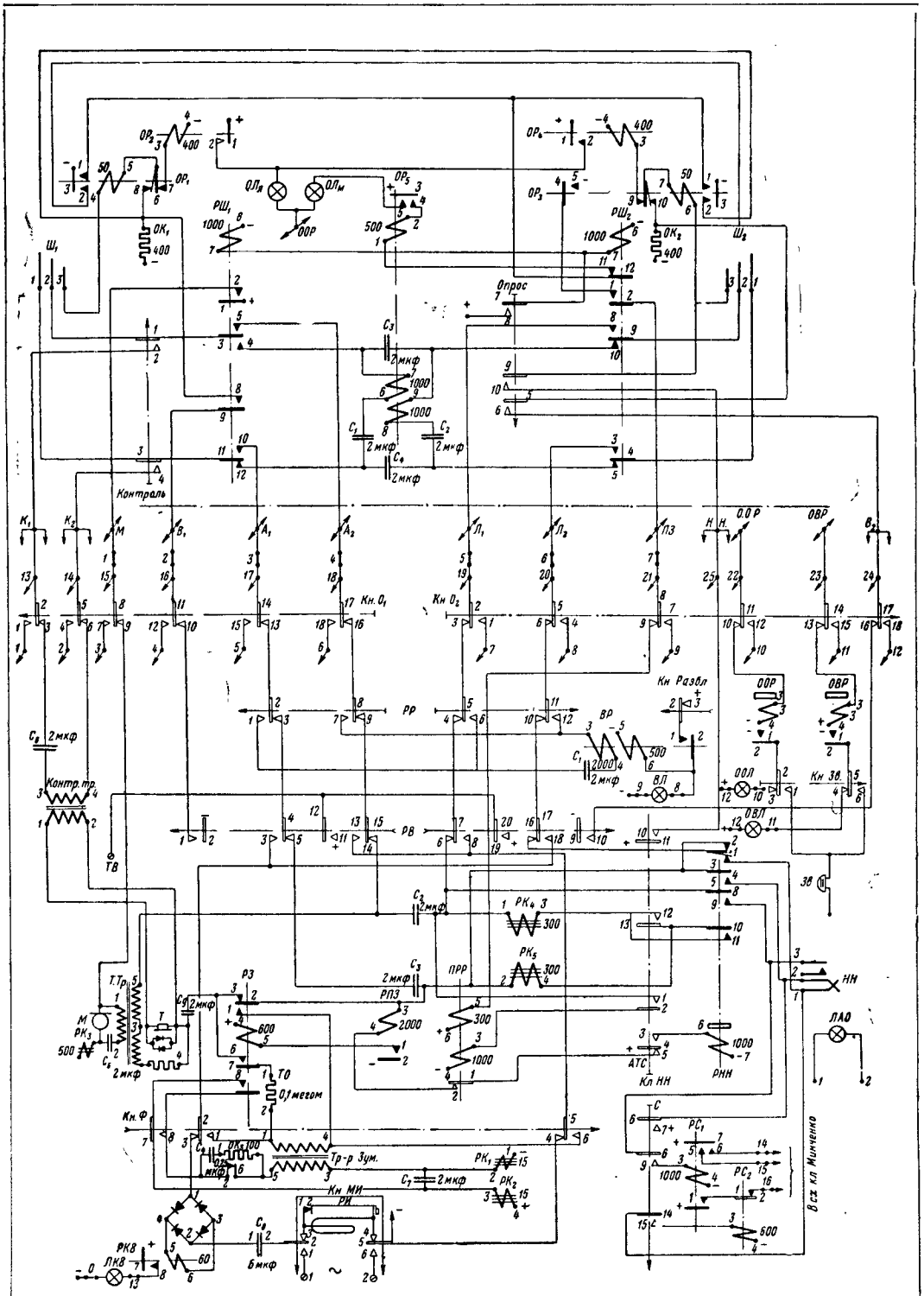
Комплекты оборудования МПС с междугородными коммутаторами типа МПС

Наименование оборудования	Станция из двух коммутаторов (8 дальних линий)	Одиночный коммутатор для развития МТС
Междугородные коммутаторы	2	1
Аннексы	2	—
Вызывное устройство (токовращатель)	1	1
Гарнитуры телефонисток	10	5
Микротелефонные трубки	2	1
Комплект запасных частей	1	1
Комплекты технической документации	2	2
Набор сопротивлений для соединительных линий	1	1
Кабельный жёлоб для ввода кабелей	1	—

В табл. 194 приведены данные реле шнуровой пары и рабочего места коммутатора, схемы дальней линии, внутристанционной служебной линии, схемы прямых абонентов ЦБ и МБ и схема дискового селекторного ключа.

Все реле расположены на поворотной раме, помещённой внутри корпуса коммутатора.

Ввиду того что многократное поле монтируется по четырёхпанельной системе совместно с коммутаторами поставляются однопанельные аннексы, устанавливаемые в начале и в конце ряда коммутаторов.

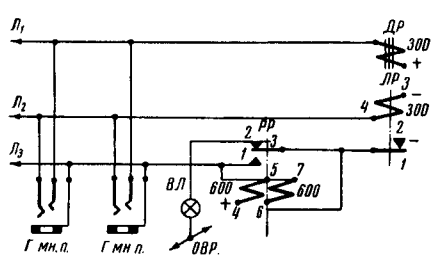


Фиг. 239. Схема шнуровой пары и рабочего места междугородного коммутатора типа МПС

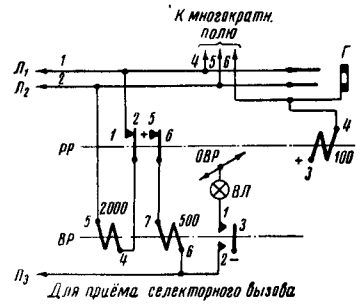
Таблица 194

Реле междугородного коммутатора типа МПС

Обозначение реле и сопротивление его обмоток в *ом*	Якорный штифт в *мм*	Ход якоря в *мм*	Контактное давление в *г*	Давление свободных пружин в *г*	Нагрузка якоря в *г*	Люфт между контактами не менее в *мм*	Запас надёжности по паспорту	Ток в *ма*, при котором реле притягивает якорь
Данные реле комплекта для включения дальней линии								
ВР-2000-500	0,1	0,5	10	5—10	5—10	0,2	1,3	3,8—внутренняя обмотка, 15,7—наружная обмотка
РР-100	0,2	0,7	25	5—10	5—10	0,3	2	33
РТ-5	0,2	0,7	10	5—10	5—10	0,3	1,2	11, ток отпускания менее 50,5
Данные реле шнуровой пары и рабочего места коммутатора								
ОВР-3, ООР-3	0,1	0,4	15	4—10	4—10	0,2	1	70
РПЗ-2000	0,1	0,4	15	4—10	4—10	0,2	1	70
ПРР-1000-300	0,2	0,7	30	—	5—10	0,3	2	10—внутренняя обмотка, 23—наружная обмотка
Р3-600	0,2	0,7	25	5—10	5—10	0,3	2	20
ОР1-50; ОР3-50	0,15	0,6	20	5—10	5—10	0,2	1,5	39
ОР2-400; ОР4-400	0,1	0,5	10	5—10	5—10	0,3	1,2	8
ОР5-2000-500	0,1	0,5	10	5—10	5—10	0,2	1,3	3,8—внутренняя обмотка, 15,7—наружная обмотка
Данные реле комплекта для включения линий прямых абонентов								
ЛР-300	0,2	0,7	25	5—10	5—10	0,3	2	13
РР-600-600	0,2	0,7	25	5—10	5—10	0,3	2	11,5 —внутренняя обмотка, 19—наружная обмотка
ВР-2000-500	0,1	0,5	10	5—10	5—10	0,3	1,3	5—внутренняя обмотка, 22—наружная обмотка
РР-100	0,2	0,7	25	5—10	5—10	0,3	2	28,4
Данные реле комплекта внутристанционной служебной линии								
РР-2000-100	0,1	0,5	10	5—10	5—10	0,3	1,3	5—при последовательном соединении обмотки
БР-600	0,2	0,7	25	—	5—10	0,3	2	15
Данные реле схемы дискового селекторного ключа								
Р1, Р2, Р3, Р4, Р5, Р6	0,2	0,7	25	5—10	5—10	0,3	2	Р1—10,5 Р2—10,5 Р3—13 Р4—11,6 Р5—17,5 Р6—13,6



Фиг. 240. Схема комплекта для включения телефонного аппарата ЦБ прямого абонента в междугородный коммутатор типа МПС



Фиг. 241. Схема комплекта для включения телефонного аппарата МБ прямого абонента в междугородный коммутатор типа МПС

Междугородный коммутатор типа М-49 для совместной работы с телефонными коммутаторами системы ЦБ. Коммутатор типа М-49 предназначен для использования в качестве индивидуального междугородного коммутатора в небольших узлах дальней связи, для новых МТС ёмкостью до 40 линий и для расширения существующих МТС, коммутаторное оборудование которых состоит из индивидуальных коммутаторов системы ЦБ старых выпусков. Схема и оборудование коммутатора позволяют эксплоатировать линии дальней связи и по заказной и по немедленной системе эксплоатации. Устройство коммутатора обеспечивает возможность установления транзитных соединений телефонных линий, имеющих оконечное усиление. Коммутатор рассчитан на включение шести дальних линий и имеет два рабочих места—основное и дополнительное.

Детали коммутатора монтируются в двухпанельном корпусе.

В местном поле коммутатора смонтированы шесть комплектов приборов для включения дальних линий.

Предельная ёмкость станции при двухпанельном размещении многократного поля составляет 20 дальних линий, а при четырёхпанельном размещении многократного поля—40 дальних линий.

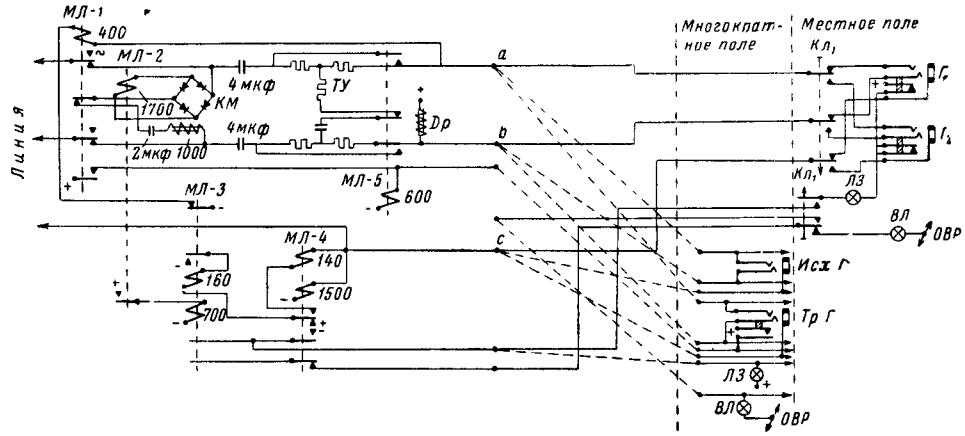
Связь с местными абонентами предусмотрена по соединительным линиям через форшальтер ручных телефонных станций и через специальные приборы междугородных сообщений автоматических телефонных станций. В связи с этим в поле коммутатора предусмотрено 30 комплектов гнёзд и сигналов занятости (ламп или бленкеров) соединительных линий с местными телефонными станциями. Кроме того, в поле коммутатора смонтированы 20 комплектов гнёзд, вызывных ламп и сигналов занятости линий прямых абонентов и четыре комплекта гнёзд и вызывных ламп заказных линий.

Число шнуровых пар коммутатора равно 10. Дальняя линия, схема включения которой показана на фиг.242, присоединяется к гнёздам многократного и местного полей через транзитный удлинитель с затуханием в 0,4 *неп* и с характеристическим сопротивлением 600 *ом*, который выключается при помощи реле при установлении транзитных соединений (через транзитные гнёзда многократного поля).

В многократном поле дальняя линия имеет два гнезда (одно для установления оконечных соединений и другое для установления транзитных соединений), вызывную лампу и сигнал занятости.

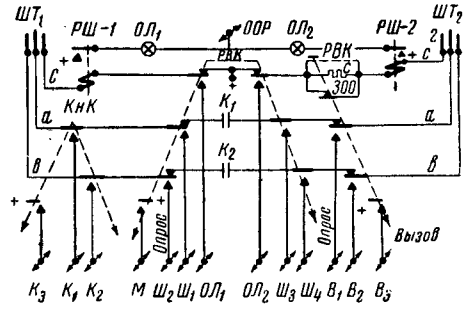
В местном поле дальняя линия имеет два гнезда, ключ *Кл* для подготовки и переключения сигнализации о вызове с местного на многократное поле, вызывную лампу и сигнал занятости.

Шнуровая пара, схема которой приведена на фиг. 243, приспособлена для оконечных и транзитных соединений и оборудована разговорно-вызывным ключом *РВК*.



Фиг. 242. Схема включения дальней линии в междугородный коммутатор М-49

В третьих жилах шнуров предусмотрены малоомные отбойные реле РШ-1 и РШ-2. Эти реле притягивают якори только в том случае, когда по третьему проводу гнёзда любой линии получат соединение с минусом батареи



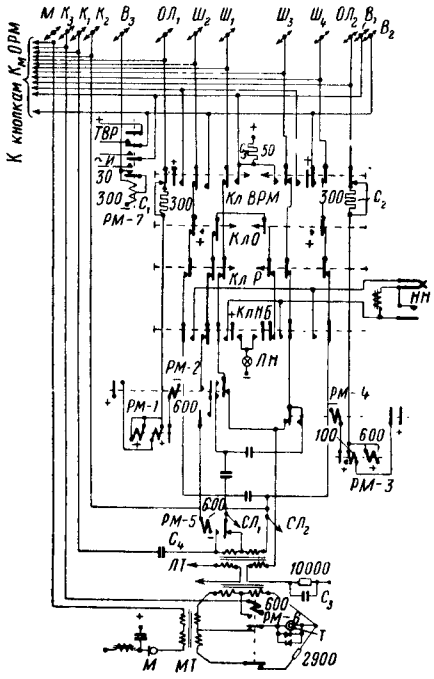
Фиг. 243. Схема шнуровой пары междугородного коммутатора М-49

через сопротивление, не превосходящее 300 *ом*, и отпускают якори при увеличении сопротивления в цепи до 1 500 *ом*.

В схеме основного рабочего места (фиг. 244) имеются четыре ключа. Из них ключ *КлВРМ* предназначен для посылки вызова по любому шнуру. Ключ *С* (скидывания) служит для

принудительного разъединения абонентов местной телефонной станции. Ключ *КлР* (разделительный) предназначен для раздельного разговора. Ключ *КлНаб* (набора номера абонента) служит для набора номера абонента по любому шнуру.

В схеме рабочего места также предусмотрены две кнопки *КнОРМ* для объединения рабочих мест.



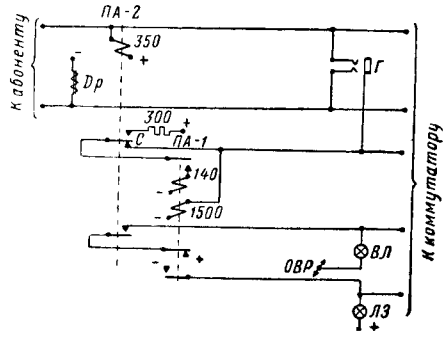
Фиг. 244. Схема рабочего места междугородного коммутатора М-49

Из числа семи реле рабочего места реле *РМ1*, *РМ2*, *РМ3* и *РМ4* служат для отключения пробной схемы и для подготовки изменения входного сопротивления гарнитуры рабочего места. Реле *РМ5* изменяет это сопротивление. Реле *РМ6* переключает схему гарнитуры в положение контроля. Реле *РМ7* подключает источник вызывного тока к общим вызывным шинам B_1 и B_2.

Гарнитура рабочего места смонтирована по противоместной схеме. При нажатии кнопки *КнК* шнуровой пары гарнитура подключается своим высокоомным входом через конденсатор C_4 к разговорным жилам шнуровой пары, благодаря чему затухание, вносимое гарнитурой в разговорную цепь при опросе, не превышает 0,05 *неп* в полосе разговорных частот. В случае параллельного подключения к абонентской и дальней линиям или к двум дальним линиям при переводе ключа *РВК* в положение «Опрос» гарнитура включается также своим высокоомным входом, при нормальном опросе гарнитура подключается к линии с согласованным с последней входным сопротивлением.

Номеронабиратель, предусмотренный в схеме рабочего места, монтируется на столе коммутатора.

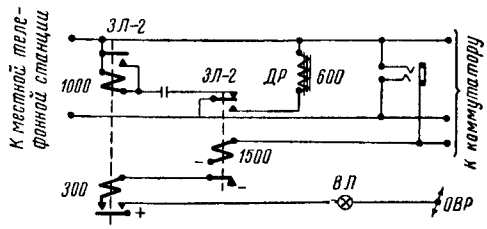
Схемы релейных комплектов линии прямого абонента и заказной линии приведены на фиг. 15 и 16 соответственно. Схема комплекта соединительной линии является универсальной и может быть использована для работы



Фиг. 245. Схема включения линии прямого абонента в междугородный коммутатор М-49

с АТС машинной и шаговой систем, а также с ручными телефонными станциями систем ЦБ × 2 и ЦБ × 3 × 2.

Реле рабочего места и шнуровых пар размещены на поворотной раме внутри коммутатора. На этой же раме смонтированы комплекты реле шести дальних линий, девятн соеди-



Фиг. 246. Схема заказной линии междугородного коммутатора М-49

нительных линий, пяти линий прямых абонентов, одной заказной линии и двух служебных линий для связи с форшальтером.

Электропитание коммутатора предусмотрено от источника постоянного тока с напряжением 24 *в*. Для посылки вызова требуется переменное напряжение 60—80 *в* с частотой 50 *гц*.

Электропитание оборудования междугородных телефонных станций заказной системы

Питание оборудования междугородных телефонных станций заказной системы осуществляется от источника постоянного тока с напряжением 24 *в*. Для посылки вызова используется переменный ток с напряжением 80 *в* и частотой 15—50 *гц*.

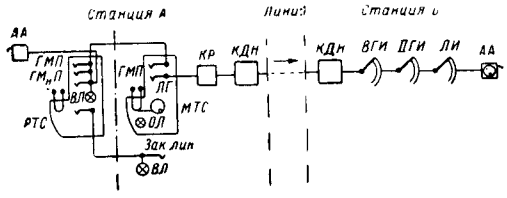
МОНТАЖ КАБЕЛЕЙ

Монтаж кабелей на междугородных телефонных станциях производится в основном так же, как и монтаж кабелей местных ручных телефонных станций (см. стр. 640).

ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ ДАЛЬНЯЯ ТЕЛЕФОННАЯ СВЯЗЬ

Полуавтоматическнй способ установления соединений по каналам дальней связи применяется на железнодорожном транспорте как при заказной, так и прн скорой системе эксплоатации.

Наиболее просто при заказной системе эксплоатации связь может быть органнзована в соответствии со схемой, представленной на фиг. 247, предусматривающей нспользование



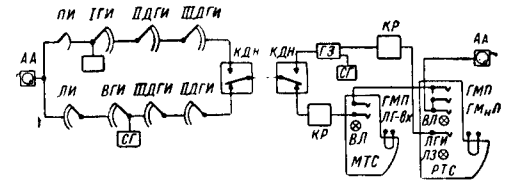
Фиг. 247. Схема организации полуавтоматической дальней телефонной связи при заказной системе эксплоатации

специализированных каналов только в исходящем направлении. Согласно фиг. 247 дальняя линия, оборудованная комплектамн дальнего набора *КДН* той или иной системы. На исходящем конце включается через комплект реле *КР* в междугородный коммутатор. На входящем конце иния через комплекты дальнего набора присоединяется к *ВГИ* местной АТС.

При вставлении штепселя в гнездо полуавтоматизированной линии происходит занятне *ВГИ* вызываемой станции, н телефоннстка, получив сигнал готовностн, производит набор номера вызываемого абонента.

Схемы устройств, прнменяемых для органнзации полуавтоматической дальней связи, должны обеспечнвать автоматическое подключение к занятому абоненту н соединенне с ним при его согласии на ведение междугородного переговора, а также получение телефоннсткой сигналов ответа и отбоя вызываемого абонента.

Применение полуавтоматического способа установления соединения при двустороннем



Фиг. 248. Схема организации полуавтоматической дальней телефонной связи при скорой системе эксплоатации

использовании каналов дальней связи также возможно, но при условии некоторого усложнения применяемых для этой цели устройств.

Прн скорой системе эксплоатации полуавтоматический способ установления соединений применяется в тех случаях, когда пункты, включённые в автоматизированную сеть, ие оборудованы междугородными АТС. Для органнзации связи в этом случае может быть применена схема (фиг. 248), предусматривающая двустороннее использование каналов.

При специальных схемах комплектов реле *КР* полуавтоматической связи и при соответствующем приспособлении схем шнуровых пар ручных коммутаторов возможно осуществление сквозного набора от абонентов ручной телефонной станции к абонентам автоматической телефонной станцин.

УСТРОЙСТВА ДАЛЬНЕЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

Устройства дальней автоматнческой телефонной связи начали применяться на железнодорожном транспорте СССР в 1947 г. (по предложению А. Н. Волоцкого, Н. Р. Збара, Б. П. Зовского, В. В. Калищука, Г. М. Пивко, А. М. Погодина, Б. В. Уласевича и др.). Опыт эксплоатации автоматнзированных сетей дальней связи показал, что при автоматизации улучшается качество обслуживания лиц, пользующихся дальней связью.

Автоматизация узлов сетн дальней телефонной связи железнодорожного транспорта осуществляется на базе аппаратуры автоматических телефонных станций шаговой системы.

Устройства дальней автоматической телефонной связн помимо функций, указанных в главе «Автоматические телефонные станции» (стр. 641), должны выполнять ещё следующее:

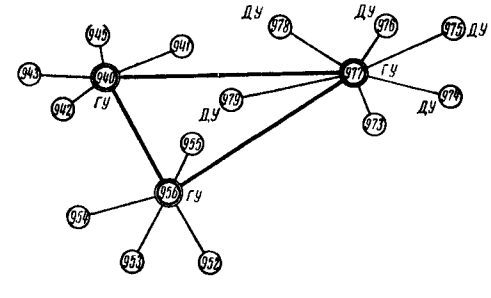
а) обеспечивать возможность установления соединений абонентов соседних станцнй по прямым каналам (поперечная связь);

б) обеспечивать высокое качество транзнтных соединений;

в) допускать возможность объединения пучков каналов;

г) обеспечивать установленне обходной связн при занятости или повреждении связи на основном направлении.

Принцнпы построения сетн дальней телефонной связи сохраняются и при автоматизации. На автоматизированной сети применяется трёхзначная постоянная (закрытая) нумерация узлов дальней связи.

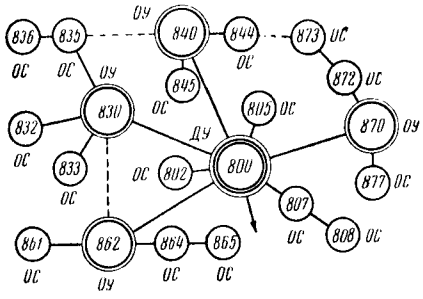


Фиг. 249. Нумерация узлов связи на автоматизированной магистральной сети дальней телефонной связи

На сети магистральной связи, как показано на фиг. 249, в качестве первой цифры номера принята цифра *9*; вторая цифра определяет узел дальней связи при МПС или глав-

ный узел связи (*ГУ* на схеме) и третья цифра — узел дальней связи при управлении железной дороги (*ДУ* на схеме).

На сети внутридорожной связи, как видно из фиг. 250, первой цифрой является цифра 8; вторая цифра определяет узел дальней связи



Фиг. 250. Нумерация узлов связи на автоматизированной внутридорожной сети дальней телефонной связи

при отделении дороги (*ОУ* на схеме) и третья цифра — оконечный пункт дальней связи (*ОС* на схеме).

Соединение абонентов узлов внутридорожной сети (*ОУ* и *ОС*) с абонентами узлов магистральной сети происходит через узел дальней связи при управлении этой дороги.

Для ориентировки абонентов подача сигнала готовности от каждой вызванной станции осуществляется, как правило, голосом (например «Я Киев»).

тегории абонентов. Например, в первом этапе дальней автоматической связью пользуется только узкий круг руководящих работников, имеющих возможность вызвать только абонентов этой же категории. На втором этапе руководящие работники получают возможность вызова всех абонентов ЖАТС автоматизированной сети, но без права выхода к городской телефонной станции. На третьем этапе право вызова по линиям автоматизированной сети предоставляется всем абонентам, имеющим право пользования дальней связью.

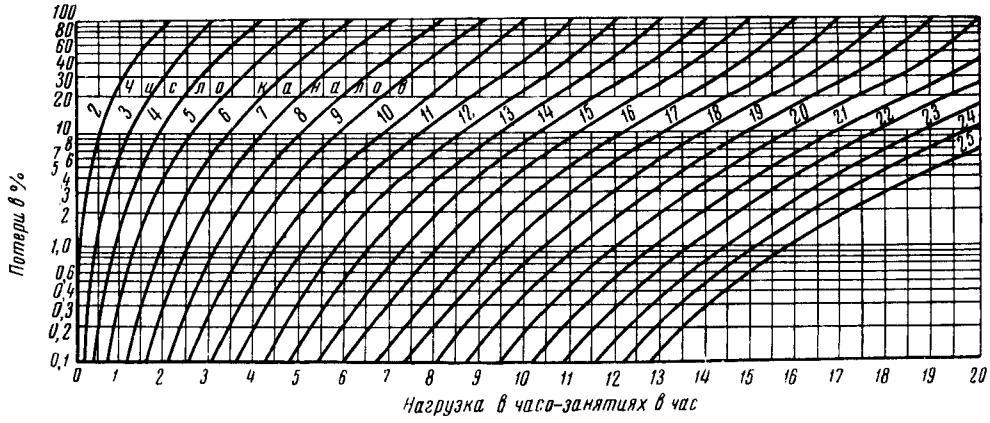
Скелетная схема автоматизированной сети магистральной связи показана на фиг. 252, а сети внутридорожной связи—на фиг. 253. Для автоматизации сети дальней телефонной связи применяют следующие приборы:

а) групповые искатели дальней связи *ДГИ*, устанавливаемые в узлах сети *ГУ*, *ДУ*, *ОУ* и служащие для установления соединений с линиями дальней связи;

б) комплекты дальнего набора *КДН*, включаемые в автоматизируемые каналы дальней связи и обеспечивающие передачу по каналам импульсов набора и других управляющих импульсов;

в) смешивающие искатели *СИ*, устанавливаемые на промежуточных станциях, на которых происходит соединение отдельных каналов без групповых искателей, и служащие для выбора свободного канала в группе каналов следующего участка;

г) направляющие искатели *НИ*, устанавливаемые в пунктах, где происходит разветвление сети; эти искатели обес-



Фиг. 251. Кривые зависимости числа каналов, необходимого при скорой системе эксплоатации, от нагрузки и от величины потерь (для малой нагрузки)

Эксплоатация каналов дальней автоматической связи производится по скорой системе. Число каналов, необходимое для организации дальней автоматической связи, показано на фиг. 251 для разных значений нагрузки в часо-занятиях и для различных потерь [32].

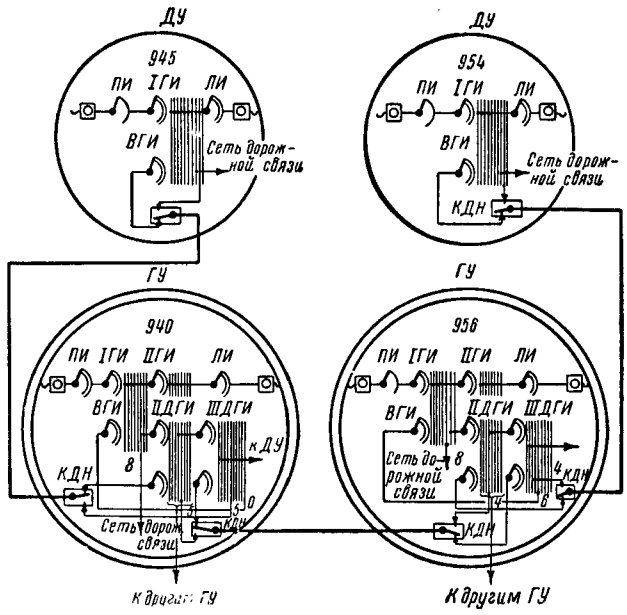
Если существующее число каналов недостаточно для пропуска соединений от всех абонентов, то применяют ограничения права пользования дальней связью.

В зависимости от числа каналов на участках сети дальней автоматической связи ограничение распространяется на различные ка-

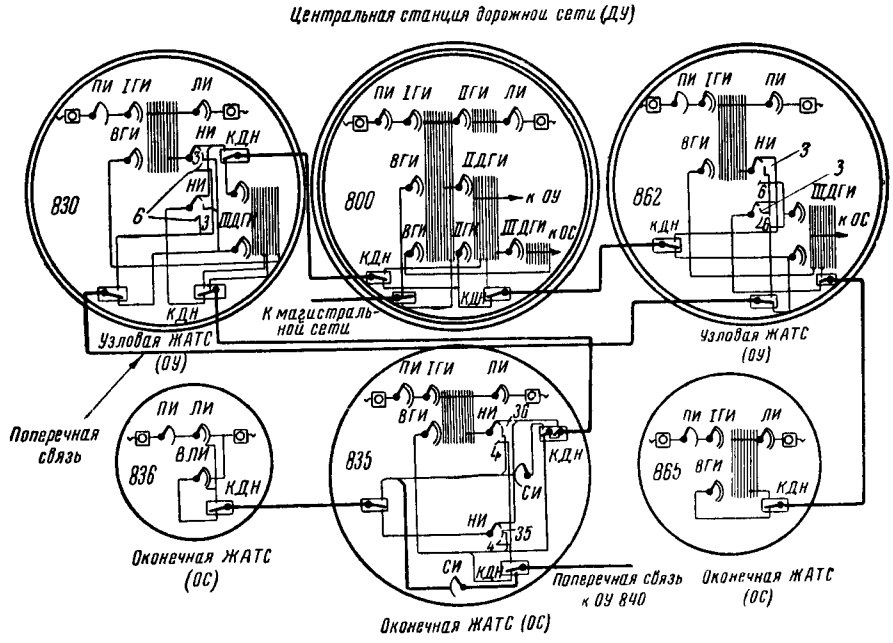
печивают установление соединения как по ближайшему направлению (по прямым каналам), так и по обходным направлениям;

д) выбиратели направлений *ВИ* — устройства, добавляемые к комплектам дальнего набора с целью использования каналов одного участка дальней связи для прямого соединения с несколькими пуиктами, лежащими за этим участком;

е) гасители знаков *ГЗ* — устройства, воспринимающие какой-либо знак номера без воздействия на искатели станции. Гасители знаков позволяют сохранить единую



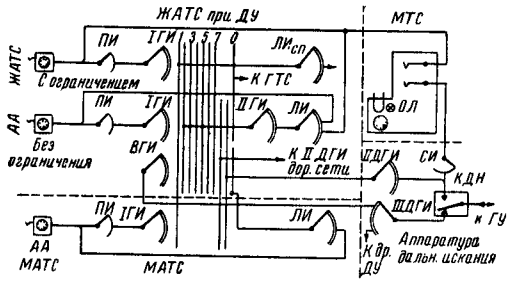
Фиг. 252. Скелетная схема автоматизированной сети магистральной телефонной связи



Фиг. 253. Скелетная схема автоматизированной сети внутридорожной телефонной связи

нумерацию при использовании меньшего числа ступеней искания, чем это требуется по количеству знаков номера; они монтируются в виде отдельных комплектов реле или входят в состав приборов АТС (например *ГИ*, комплектов *РСЛ*).

В некоторых случаях для руководящих работников при управлениях железных дорог устраиваются отдельные междугородные АТС (МАТС) ёмкостью до 100 номеров. Нумерация абонентов этих станций трёхзначная (000—099; в настоящее время применяется нумерация 300—399), единая; абонентские номера присваиваются по должностям. Внутренняя связь с абонентами своей МАТС, местной железнодорожной и городской телефонной станций и по внутриузловым соединительным линиям в этом случае не предусматривается. На фиг. 254 показана скелетная схе-



Фиг. 254. Скелетная схема междугородной автоматической телефонной станции при управлении железной дороги

ма МАТС при управлении дороги с возможностью предоставления входящей связи со всеми абонентами ЖАТС управления дороги.

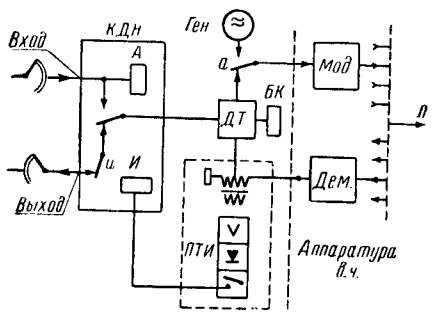
Системы дальнего набора

Устройства дальнего набора, включаемые между аппаратурой дальнего искания и каналами связи, должны обеспечивать:

а) двустороннюю передачу управляющих импульсов, необходимых для установления соединения и для разъединения;

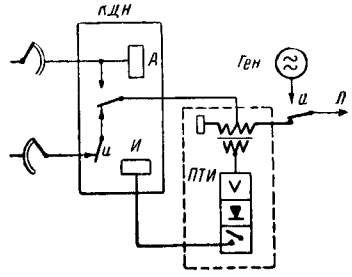
г) подачу сигналов повреждения и возможность проверки работы канала.

На железнодорожном транспорте получили применение следующие комплекты дальнего набора (фиг. 255):



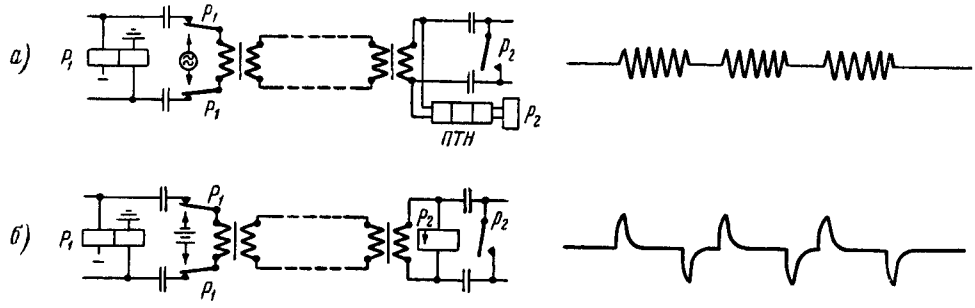
Фиг. 256. Схема включения комплекта дальнего набора тональной частоты в телефонный канал высокой частоты

а) токами тональной частоты (600 и 750 *гц*) *КДНТ*, пригодные для работы по любым телефонным каналам. Для посылки импульсов



Фиг. 257. Схема включения комплекта дальнего набора тональной частоты в телефонный канал тональной частоты

по дальней линии в этом случае используется ламповый или машинный генератор. Приём импульсов переменного тока осуществляется



Фиг. 255. Скелетные схемы дальнего набора: *а*—импульсами тока тональной частоты и *б*—индуктивными импульсами

б) прохождение токов тональной частоты как в процессе установления соединений, так и при разговоре и притом без внесения искажений и помех в передачу речи;

в) блокировку канала от занятий при занятости канала или при повреждении;

при помощи специального приёмника тональных импульсов *ПТИ*, преобразующего импульсы переменного тока в импульсы постоянного тока. Схемы включения *КДНТ* в каналы высокой и тональной частоты приведены на фиг. 256 и 257 соответственно;

б) индуктивными импульсами *КДНИ*, т. е. импульсами постоянного тока, передаваемыми через трансформатор, пригодные для работы по телефонным каналам тональной частоты, не имеющим промежуточных усилителей и не уплотнённым подтональным телеграфом.

Для передачи управляющих импульсов также могут использоваться вызывные устройства аппаратуры высокочастотного телефонирования.

Электропитание оборудования дальней автоматической связи

Для электропитания аппаратуры дальней автоматической связи требуются источник постоянного тока напряжением 60 *в* и сигнально-вызывные агрегаты типа, применяемого на ЖАТС шаговой системы; для питания цепей накала и анода устройств дальнего набора тональной частоты, устройства для ответа голосом и т. п., кроме того, требуются источники постоянного тока напряжением 24 и 220 *в*.

Конструктивное оформление

Конструктивное оформление и монтаж оборудования дальней автоматической связи в основном не отличаются от таковых оборудования шаговых АТС.

ЛИНЕЙНО-АППАРАТНЫЕ ЗАЛЫ И ИХ ОБОРУДОВАНИЕ

С момента возникновения дальней телефонной связи и примерно до начала тридцатых годов аппаратура дальней телефонной связи располагалась в техиических помещениях местных телефоиных станций, в кроссовых (а иногда даже в коммутаторном зале), в помещениях телеграфа и т. п. Обслуживание аппаратуры и контроль за исправным действием цепей и каналов дальней телефонной связи осуществлялись по совместнтельству теми же лицами, которые обслуживали местную телефонную связь, телеграф и т. д.

С ростом количества каналов дальней телефоиной связи и с соответствующим увеличением количества аппаратуры выявилась необходимость сосредоточения всей аппаратуры дальней телефониой связи данного узла связи в одном месте и выделения для её обслуживания специального штата. Практическая реализация этих мероприятий привела к возникновению идеи о создании линейно-аппаратного зала в том смысле, как мы это понимаем в наше время.

Сосредоточение всей аппаратуры дальней телефонной связи в одном общем помещении создало предпосылки к введению специальных коммутационных и вспомогательных устройств и к унификации включения каналов дальией связи по единым, типовым схемам, получившим в дальнейшем иазвание схем прохождения цепей по линейно-аппаратному залу.

Всё это позволило резко улучшить и облегчить технический надзор как за самой аппаратурой, так и за каналами связи. Инициатива в организации линейно-аппаратных залов принадлежит Д. М. Андрееву и Н. А. Баеву, которые приступили к разработке этого вопроса в 1932 г.

На железнодорожном транспорте оборудование узлов дальней связи по системе линейно-аппаратного зала было принято в 1934 г. по предложению В. А. Новикова и В. И. Шуплова.

На основе этого предложения были разработаны общие принципы организации линейно-аппаратных залов железнодорожного транспорта, основные схемы прохождения цепей по линейно-аппаратному залу, схемы и конструкции коммутационной аппаратуры с учётом обслуживания цепей избирательной телефонной связи. Производство коммутационной аппаратуры для линейно-аппаратных залов было организовано на Харьковском электротехническом заводе Транссвязь НКПС.

В настоящее время эта система является обязательной единой системой для всех узлов связи железнодорожного транспорта.

За годы сталинских пятилеток дальняя телефонная связь на железнодорожном транспорте значительно усилилась. В годы послевоенной сталинской пятилетки на сети дальней связи получила применение аппаратура многокаиальных систем для уплотнения телефонных цепей в полосе частот до 150 *кгц*. Для дальней связи стали использовать кабельные линии. Одновременно возросли и требования к технической эксплоатации междугородных связей как с точки зрения качества передачи по каналам связи, так и в отношении бесперебойиости их действия.

В связи с этим Министерством промышленности средств связи была разработана новая аппаратура *ЛАЗ*. В результате выполнения этой разработки номенклатура коммутационной и вспомогательной аппаратуры *ЛАЗ*, по сравнению с существовавшей ранее, значительно расширилась. Одновременно были резко улучшены электрические и эксплоатационные характеристики этой аппаратуры.

Назначение и состав оборудования линейно-аппаратных залов

Комплекс оборудования линейно-аппаратного зала должен обеспечивать:

а) бесперебойность действия и высокое качество работы всех видов связи;

б) возможность быстрого и точного определения места повреждений отдельных элементов оборудования и заведённых в *ЛАЗ* физических цепей (проводов и кабелей);

в) возможность выполнения всех необходимых в процессе эксплоатации переключений цепей, аппаратуры и каналов связи;

г) правильную организацию выполнения всякого рода профилактических мероприятий, регулировок, настроек и измерений аппаратуры, цепей и каналов связи;

д) возможность последующего развития *ЛАЗ* и доуплотнения отдельных цепей без необходимости изменения основной схемы и структуры *ЛАЗ*.

Соответственно своему назначению и характериым особенностям всё оборудование *ЛАЗ* подразделяют на следующие четыре группы:

Коммутационная аппаратура. К ней относятся: вводные (*ВС*) и испы-

тательные (*ИС*) стойки, стойки промежуточных переключений (*СПМ*, *ПСП*), а также ряд других стоек аиалогичного назначения: вводные стойки для кабельных линий (*ВСК*), вводно-испытательные (*ВИС*) и контрольно-испытательные (*КИС*) стойки, стойки четырёхпроводной коммутации (*СЧК*) и др.

Усилительная аппаратура и аппаратура многократного уплотнения. К этой группе относятся стойки СЛФ, СТДУ-35, стойки аппаратуры высокочастотного телефонирования всех систем и т. п.

Аппаратура специальных видов железнодорожной связи. В эту группу входит аппаратура всех видов избирательной связи (постанционной, линейно-путевой, диспетчерской), аппаратура дорожной диспетчерской связи (*ДГП*), аппаратура дорожной и магистральной связи совещаний и т. п.

Вспомогательная аппаратура. К этой группе относятся стационарная измерительная аппаратура (*ИСА*, *КИЛ*) и другие всякого рода специальные измерительные приборы (в том числе переносные), токораспределительная аппаратура: стойки питания (*СП*), стойки автоматической регулировки напряжения (*САРН*) и др.

Вспомогательная аппаратура непосредственно не участвует в организации каналов связи и предназначена для обслуживания аппаратуры связи и обеспечения исправности её действия.

Основные технико-эксплоатационные характеристики коммутационной и вспомогательной аппаратуры *ЛАЗ*

Вводные стойки (*ВС*). На них включаются все заводимые в *ЛАЗ* провода, сразу же после ввода их в помещение. *ВС* служат:

а) для размещения приборов защиты оборудования станции и обслуживающего персонала от опасных воздействий грозовых разрядов и высоковольтных линий и

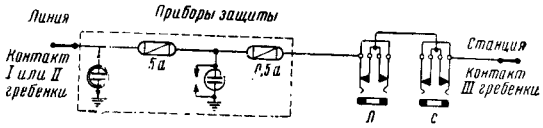
б) для коммутации, замены и испытания физических цепей (проводов).

Вводная стойка завода Транссвязь [1] (изделие 301) рассчитана на включение 40 проводов воздушных линий связи. В пределах этой ёмкости включение телефонных и телеграфных проводов возможно в любых соотношениях.

Телефонные цепи, включаемые на *ВС* завода Транссвязь, могут быть уплотнены в спектре до 30 *кгц*.

10 проводов защищены полным комплектом приборов защиты, состоящим из предохранителя типа СН-0,5 *а*, разрядника типа РА-350 и предохранителя типа СН-0,15 *а*, а остальные 30 проводов — только предохранителями СН-0,15 *а* (фиг. 258). Кроме того, конструкция *ВС* допускает установку на ней мощных бариевых разрядников типа РБ-280 на любом проводе.

10 линейных однопроводных цепей из числа 40, имеющихся на стойке, смонтированы попарно таким образом, что переходное затухание между любыми двумя парами, образованными из этих цепей, измеренное в полосе частот от 0 до 30 *кгц*, составляет не менее 12 *неп*; монтаж 10 других линейных цепей обеспечивает такое же переходное затухание при частотах до 10 *кгц*. Монтаж остальных линейных цепей обеспечивает переходное затухание между парами, равное 9 *неп* при частоте 800 *гц*.



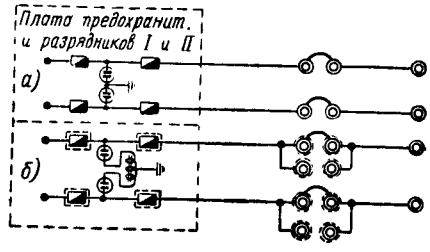
Фиг. 258. Схемы комплектов для включения физических проводов в вводную стойку завода Транссвязь

Помимо устройств, непосредственно относящихся к включению коммутации и защите заведённых на *ВС* физических цепей, на ней смонтированы: испытатель линий, переговорно-вызывное устройство (*ПВУ*), дающее возможность ведения переговоров по цепям симплексной телефонной связи, 4 комплекта гнёзд линий служебной связи, 12 однопроводных соединительных линий и 2 комплекта монтёрских линий.

Коммутация проводов осуществляется: в нормальных условиях — через пружины однопроводных разделительных гнёзд, которых имеется два на каждый провод; при всякого рода переключениях — при помощи упомянутых выше гнёзд и однопроводных шнуров.

Размеры стойки — 2 500 × 512 *мм*; вес стойки — 250 *кг*.

Вводная стойка завода МПСС рассчитана на включение 20 двухпроводных цепей и в том числе 4 двухпроводных цветных цепей, уплотнённых в полосе частот до 150 *кгц*. Кроме того, на неё можно включить 20 телеграфных цепей, образованных посредством наложения на указанные выше телефонные цепи.



Фиг. 259. Схемы комплектов для включения физических проводов в вводную стойку завода МПСС: *а* — для неуплотнённых цепей, *б* для цепей, уплотнённых в полосе частот до 150 *кгц*

Схемы комплектов для включения физических проводов показаны на фиг. 259. Каждый провод на уплотнённой цепи защищается предохранителями на 1 и 0,15 *а* и разрядником типа РА-350.

В комплект приборов защиты уплотнённых цепей, сверх того, входит дренажная катушка.

Все детали и монтаж, относящиеся к цветным цепям, уплотняемым в полосе частот до

[1] По ТУ 1948 г.

150 *кгц*, экранированы, в результате чего переходное затухание на этой частоте для разнесённых к краям панели комплектов составляет не менее 15 *неп*, а для соседних—не менее 12 *неп*.

Помимо приборов, непосредственно относящихся к включению, коммутации и защите заведённых на *ВС* физических цепей, на ней смонтированы: испытатель линий, два комплекта *ПВУ*, два комплекта переходно-измерительных устройств (*ПИУс*), прибор для проверкн исправности и асимметрии предохранителей, часы с пружнинным заводом, ручной индуктор, восемь передаточных телефонных линий, две передаточные телеграфные линии, пять служебных линий для связн с ЦТС или с аппаратами МБ, четыре монтёрские служебные линин, шесть внутристанционных служебных линий.

Конструктивно стойка оформлена в внде каркаса из профильной стали высотой 2 500 *мм* и ширнной 526 *мм*. Размещение панелей двустороннее.

Спереди стойки иа высоте 775 *мм* от пола укреплён стол, передняя часть которого может быть опущена. В угольниках основания и в боковых угольниках каркаса имеются отверстня для крепления стойки при её установке в *ЛАЗ*.

Вес стойки 250 *кг*.

Испытательные стойки (*ИС*) являются основным рабочим местом дежурного электромеханика (техника) *ЛАЗ*. С этих стоек ведутся испытания телефонных каналов прн нх повреждениях, при непрохождениях действия и при профилактических проверках. Здесь же производятся все необходимые переключения телефонных каналов. Кроме того, *ИС* является центральным пунктом всей сигнализации *ЛАЗ*.

На *ИС* располагаются:

а) разделительные гнёзда всех образованных в данном *ЛАЗ* телефонных каналов;

б) переходные трансформаторы со средними точками и диференциальные дроссельные катушки, включаемые в телефонные цепи для наложения телеграфной работы;

в) кнопки для передачи каналов на аппаратуру связи совещаний;

г) разделительные гнёзда телеграфных каналов, образованных посредством наложения на телефонные цепи;

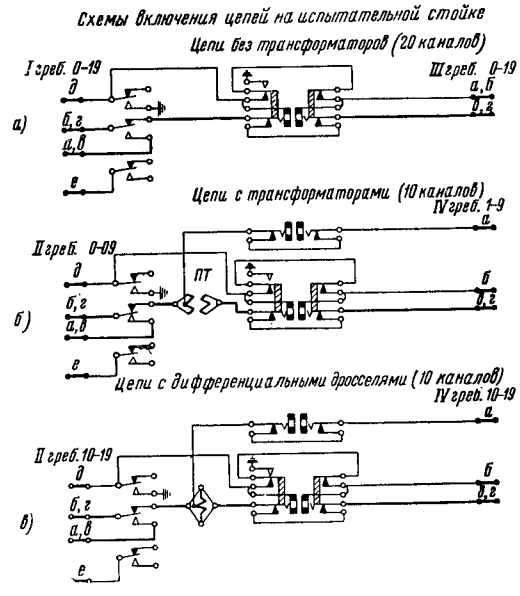
д) гнёзда и комплекты реле служебных, соединительных и передаточных линий.

Испытательная стойка завода Транссвязь[1] (изделие 302) рассчитана на включение 40 телефонных каналов, в том числе 20 телефонных каналов без наложеиия телеграфной работы (каналы тональной частоты неуплотнённых цепей и каналы высокочастотных связей), 10 телефониых каналов тональной частоты с наложением телеграфной работы прн помощи диференциальных трансформаторов н 10 каналов тональной частоты с иаложеннем телеграфной работы при помощи дифереициальных дросселей (фиг. 260). Кроме того, на *ИС* предусмотрены разделительные гнёзда для 20 телеграфных каналов, образованных путём наложения иа телефонные цепи.

[1] По ТУ 1948 г.

В комплекты устройств, предназначенных для включения телефонных цепей без наложения телеграфной работы, могут быть включены каналы тонального телеграфа.

Помимо приборов, непосредственно относящихся к включенню перечисленных выше каналов, на *ИС* завода Транссвязь смонтированы: два *ПВУ* (из них одно для цепей избирательной и снмплексной связи), шесть переходных трансформаторов 1 400 : 600 *ом* и 4 с соотношением 600 : 600 *ом*, 10 диференциальных дросселей, 10 кнопок для передачи телефонных каналов в студию связн совещанй, 10 кнопок для подключения к каналам избирательной связи устройств избиратель-



Фиг. 260. Схемы комплектов для включения в испытательную стойку завода Транссвязь каналов тональной частоты: *а*—без наложения телеграфной работы; *б*—с наложением телеграфной работы при помощи диференциальных трансформаторов; *в*—с наложением телеграфной работы при помощи диференциальных дросселей

но о вызова, гнёзда и комплекты реле служебных, соединительных и передаточных линий (шесть линнй ЦБ, четыре линни МБ, 10 однопроводных соединительных линий).

Кроме того, на стойке предусмотрены места для помещения на них неперметра и генератора, которые заводом не поставляются.

Затухание, вносимое *ПВУ* при включении его для контроля в телефонную цепь, не превышает 0,05 *неп*.

Затухание, вносимое включением в телефонную цепь диференциального дросселя, не превышает 0,03 *неп* в полосе частот 300 — 40 000 *гц* для цепей из цветного металла и 0,05 *неп* в полосе частот 300—2 400 *гц* для стальных цепей. При работе дросселей с постоянным подмагничиванием до 10 *ма* указанные величнны затухания могут иесколько увелнчиваться, но не более чем на 0,05 *неп*.

Переходные трансформаторы обеспечивают переходное затухание между основной и ис-

кусственной цепями не менее 8 *неп* в полосе частот от 300 до 2 400 *гц* (для двух трансформаторов эта норма повышена до 8,4 *неп*). Собственное затухание трансформаторов в полосе частот 300—2 400 *гц* не превышает 0,09 *неп*, а при частоте 800 *гц* — 0,07 *неп*.

Затухание неоднородности подобранных попарно линейного и балансного трансформаторов составляет не менее 4 *неп* в полосе частот 300—2 400 *гц*.

Переходное затухание между любыми двумя парами междугородных цепей, измеренное при частоте 800 *гц* с контактов вводных гребёнок, составляет не менее 9 *неп*.

Габаритные размеры и вес стойки *ИС* завода Транссвязь такие же, как и вводной стойки (изделие 301).

Испытательная стойка завода МПСС рассчитана на включение 40 телефонных каналов, из которых на 20 каналов может быть наложена



Фиг. 261. Схема комплектов для включения в испытательную стойку завода МПСС каналов тональной частоты

телеграфная работа посредством имеющихся на стойке 20 дифференциальных трансформаторов 1 400 : 600 *ом* (фиг. 261).

Ёмкость стойки может быть увеличена до 60 каналов путём использования для включения каналов имеющихся на ней 20 комплектов устройств, предназначенных для осуществления четырёхпроводного транзита.

На *ИС* завода МПСС помимо приборов, непосредственно относящихся к коммутации телефонных каналов дальних связей, смонтированы: генератор на 800 *гц* и указатель уровня на 300—10 000 *гц* (от —3 до +3 *неп*), два *ПВУ* (из них одно с возможностью четырёхпроводного включения), 20 комплектов устройств для образования временных четырёхпроводных транзитных соединений (фиг. 262,*а*), пять комплектов устройств для образования двухпроводных транзитных соединений (фиг. 262,*б*), 20 кнопок для включения реле переключения каналов на аппаратуру двусторонней групповой телефонной связи (*ДГТС*), пять кнопок передачи каналов на аппаратуру радиотрансляционного вещания, 20 передаточных линий, три служебные линии МБ, две служебные линии ЦБ, пять линий служебной внутристанционной связи, громкоговоритель для служебного канала, часы с пружинным заводом.

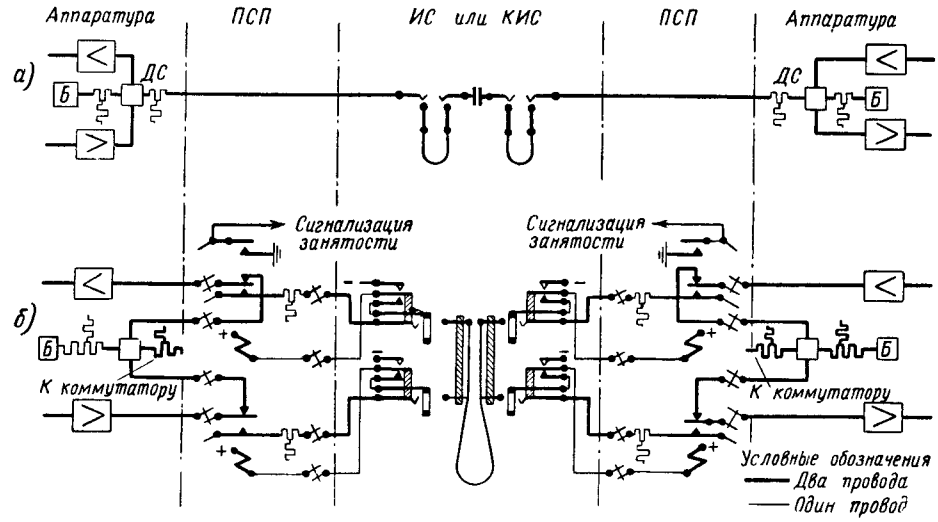
Переходное затухание между каналами связи и передаточными линиями составляет на частоте 800 *гц* не менее 12 *неп*.

Размеры стойки: 2 500 × 526 *мм*, вес стойки 300 *кг*.

Вводно-испытательные стойки (*ВИС*) устанавливают в *ЛАЗ* небольшой ёмкости; они совмещают функции стоек *ВС* и *ИС*.

Стойка *ВИС* завода МПСС рассчитана на включение 16 неуплотнённых стальных цепей (фиг. 259,*а*), 4 цветных цепей, уплотнённых в полосе частот до 150 *кгц* (фиг. 259,*б*), 20 телеграфных каналов, образованных путём наложения на указанные выше телефонные цепи, 20 телефонных каналов с возможностью передачи на *ДГТС* и 20 каналов без возможности передачи на *ДГТС* (фиг. 263).

Кроме приборов, непосредственно относящихся к перечисленным выше цепям и каналам (гнёзда, кнопки приборы защиты и др.), на *ВИС* завода МПСС смонтированы: измерительный генератор (частота $f=800$ *гц*) и указатель уровня для измерений уровней от —3 до +3 *неп* в полосе частот от 300



Фиг. 262. Схемы организации транзитных соединений на испытательной или контрольно-испытательной стойке завода МПСС: *а*—двухпроводных, *б*—четырёхпроводных

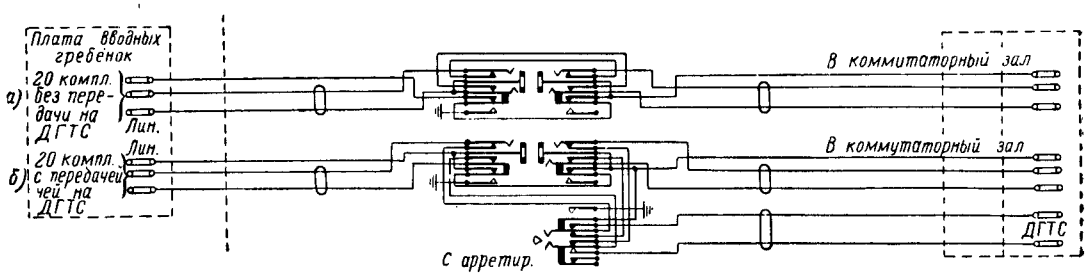
до 10 000 *гц*, испытатель линий, переходно-измерительное устройство (*ПИУс*), основное и резервное переговорно-вызывные устройства (*ПВУ*), прибор для измерения асимметрии предохранителей и для проверки их исправности, часы с пружинным заводом, ручной индуктор, шесть служебных двухпроводных соединительных линий МБ, которые могут быть использованы также для включения коммутатора местной телефонной станции, две служебные линии ЦБ, две монтёрские служебные линии, четыре пары гнёзд для осуществления временных двухпроводных транзитных соединений, 10 двухпроводных передаточных линий, 15 линейных трансформаторов 1 400 : 600 *ом*, выведенные на гнёзда нагрузочные сопротивления (два по 600 и два по 1 400 *ом*), три гнезда, на которые подано заземление.

опущена. В угольниках основания и в боковых угольниках каркаса имеются отверстия для крепления стойки при её установке в *ЛАЗ*.

Вес стойки 300 *кг*.

Стойка *ВИС* завода Министерства связи рассчитана на включение и обслуживание четырёх цепей из цветного металла, уплотнённых до 30 *кгц*, 16 стальных неуплотнённых цепей, 20 телеграфных каналов, образованных путём наложения телеграфной работы на указанные выше цепи, 10 телефонных каналов тональной частоты высокочастотных связей и 20 каналов тональной частоты неуплотнённых цепей.

Кроме приборов, непосредственно относящихся к перечисленным выше цепям и каналам (гнёзда, приборы защиты и пр.) на *ВИС* завода Министерства связи смонтированы: испытатель линий, переходно-измеритель-



Фиг. 263. Схемы комплектов для включения в вводно-испытательную стойку завода МПСС каналов тональной частоты: *а*—без возможности передачи на *ДГТС*; *б*—с возможностью передачи на *ДГТС*

Комплект приборов защиты физических цепей состоит из плавких предохранителей на 1 и 0,15 *а* и разрядников типа РА-350. Для цепей, уплотнённых до 150 *кгц*, предусмотрена установка дренажных катушек. Комплекты защиты этих цепей, равно как и все другие относящиеся к ним детали и провода внутристоечного монтажа, экранированы.

Коммутация физнческих цепей осуществляется при помощи однопроводных беспружинных гнёзд и дужек.

Переходное затухание между экранированными линейными комплектами, разнесёнными к разным краям стойки, составляет на частоте 150 *кгц* не менее 15 *неп*, а между рядом расположеннымн комплектамн — не менее 12 *неп* при той же частоте.

Переходное затухание между неэкранированными линейными комплектами и между передаточными линиями при частоте 60 *кгц* составляет не менее 12 *неп* для разнесённых комплектов и 9 *неп* для смежных. По своим электрическим данным эти разнесённые комплекты обеспечивают возможность включения в них цепей из цветного металла, уплотнённых в полосе частот до 60 *кгц*.

Переходное затухание между каналами тональной частоты составляет не менее 12 *неп* при частоте 800 *гц*.

Конструктивно стойка оформлена в виде каркаса высотой 2 500 *мм* и шириной 526 *мм*. Размещение панелей двустороннее. Спереди стойки, на высоте 775 *мм* от пола, укреплён стол, передняя часть которого может быть

ное устройство (*ПИУс*), переговорно-вызывное устройство (*ПВУ*), пять служебных двухпроводных соеднннтельных линий МБ, четыре двухпроводные передаточно-соединительные линии, 8 пар гнёзд, в которые включены нагрузочные сопротивления 600 н 1 400 *ом*, 16 линейных трансформаторов 1 400 : 600 *ом* н 4 трансформатора 600 : 600 *ом*.

Комплект приборов защиты физических цепей состоит нз предохранителей на 1 н 0,15 *а* и разрядников типа РА-350.

Коммутация физических цепей н каналов осуществляется прн помощи однопроводных гнёзд и дужек. Для контроля за прохождением связи на дужках имеются гнёзда.

Для получения достаточно высокого переходного затухания между включёнными на *ВИС* уплотнёнными цепями комплекты приборов этих цепей максимально удалены друг от друга; для монтажа нх применён экранированный кабель. Благодря этому переходное затухание между любыми двумя уплотнёнными цепями составляет 13 *неп* при частоте 30 *кгц*. Между комплектамн устройств для включения неуплотнённых цепей переходное затухание прн частоте 800 *гц* равно 12 *неп*.

Конструктивно стойка оформлена в виде каркаса из угловой стали высотой 2 500 *мм* и шириной 530 *мм*. Шнрина каждой панели 480 *мм*, высота кратна 30 *мм*. В передней части стойкн на высоте 775 *мм* от пола укреплён рабочий столик техника с открывающейся крышкой.

Вес стойки 300 *кг*.

Контрольно-испытательная стойка (*КИС*) завода МПСС предназначена для проведения проверок состояния телефонных каналов путём переговоров по ним и простейших измерений переменным током. Кроме того, на *КИС* можно осуществлять временные двух- и четырёхпроводные транзитные соединения, а также передачу соответствующих каналов на аппаратуру двусторонней групповой телефонной связи.

Стойка *КИС* рассчитана на включение 120 телефонных каналов тональной частоты и в том числе каналов высокочастотной связи (см. фиг. 261). Помимо приборов, непосредственно относящихся к этим каналам, на *КИС* смонтированы: неперметр, два *ПВУ*, 20 комплектов приборов для образования четырёхпроводных транзитных соединений, четыре комплекта приборов для образования двухпроводных транзитных соединений (см. фиг. 262), 20 кнопок для передачи каналов на аппаратуру *ДГТС*, 20 трёхпроводных соединительных линий, шесть служебных линий МБ, четыре служебные линии ЦБ, 10 служебных линий внутристанционной связи, четыре нагрузочных сопротивления по 600 *ом* и два по 1 400 *ом*, часы с пружинным заводом.

Переходное затухание между любой парой каналов при частоте 800 *гц* составляет не менее 12 *неп*.

Конструктивно стойка *КИС* оформлена аналогично стойке *ВИС* завода МПСС.

Стойки переключений междугородных линий предназначаются для кроссировки кабелей внутренней линейной проводки *ЛАЗ* и для разделки кабелей, соединяющих *ЛАЗ* с *МТС* и другими службами данного узла связи.

Стойка переключений междугородных линий (*СПМ*) завода Транссвязь (изделие 303) рассчитана на 160 трёхпроводных и 160 двухпроводных кроссировок. Для этой цели на обеих сторонах стойки (линейной и станционной — условные названия) установлено по восемь гребёнок с 20 × 2 штифтами каждая и по восемь гребёнок с 20 × 3 штифтами каждая.

На одну кроссировку требуется в среднем 1,5 *м* кроссового шнура. Размеры стойки *СПМ*: 2 500 × 512 × 632 *мм*, вес стойки 150 *кг*.

Промежуточная стойка переключений (*ПСП-М*) завода МПСС рассчитана на 600 четырёхпроводных кроссировок. Для этой цели на обеих сторонах стойки установлено по 30 гребёнок с 20× 4 штифтами каждая. В условиях работы *ЛАЗ* в системе Министерства связи на *ПСП-М* могут быть установлены панели реле и съёмных удлинителей, предназначенных для переключения каналов тональной частоты на аппаратуру двусторонней групповой телефонной связи и для осуществления четырёхпроводного транзита. Установка двух таких панелей требует снятия со стойки одного горизонтального ряда кроссировочных гребёнок и уменьшает предельную ёмкость стойки на 60 четырёхпроводных кроссировок.

Конструктивно стойка *ПСП-М* представляет собой каркас, собранный из трёх секций, сваренных из угловой и полосовой стали. Высота стойки 2 500 *мм*, ширина 526 *мм*, глубина 800 *мм*.

Вес стойки 125 *кг*.

Стойки питания (*СП*) служат для распределения подаваемых в *ЛАЗ* напряжений по рядам установленной в нём аппаратуры или по отдельным стойкам. На стойке *СП* устанавливаются предохранители, включённые в отдельные цепи питания, устройства сигнализации и приборы для контроля величин напряжений и токов в цепях нагрузки.

Стойка питания завода Транссвязь (изделие 304) рассчитана на включение фидеров — 24, + 220 *в*, телеграфных батарей, источников вызывного тока, батарей избирательного вызова и батарей управления симплексными трансляциями. Кроме того, на ней предусмотрены: шина земли, запасные шины с предохранителями и отдельная панель с рубильником и предохранителями для подачи к стойкам *ЛАЗ* напряжения сети переменного тока. Для батарей + 220 *в* и батарей избирательного вызова на стойке установлены рубильники с вмонтированными предохранителями. Конструкция этих рубильников позволяет быстро вынимать и вставлять нож в основание, что бывает необходимо при замене предохранителя.

Ёмкость *СП* допускает подачу основных источников питания (24 и 220 *в*) к 20 стойкам *ЛАЗ* и остальных напряжений к 10 стойкам.

При пропадании на шинах стойки *СП* напряжения 24 *в* действуют оптическая и акустическая сигнализации.

Размеры стойки 2 500 × 512 *мм*, вес 200 *кг*.

Стойка питания завода МПСС по назначению и оборудованию сходна с предыдущей. На неё могут быть поданы напряжения — 24, ± 220, ±130, ±40, ± 60, ± 80 *в*, ± *ВБ* (вызывная батарея 220 *в*) и вызывное напряжение. При помощи установленных на стойке приборов можно контролировать все подводимые к ней напряжения (за исключением вызывного напряжения), а также токи в цепях —24, ± 130 и ± 220 *в*.

Стойка оформлена в виде каркаса из угловой стали высотой 2 500 и шириной 526 *мм*.

Вводиая стойка для кабельных вводов междугородных цепей (*ВСК*) рассчитана на включение 40 пар жил вводных кабелей и в том числе 8 пар уплотнённых в полосе частот до 150 *кгц*. На *ВСК* расположены два обычных бокса ёмкостью 20 × 2 и один экранированный бокс ёмкостью 8 × 2. Кроме того, на ней расположены приборы защиты и ряд контрольных и коммутационных устройств, аналогичных устройствам, монтируемым на *ВС* завода МПСС и, кроме того, измерительный мост постоянного тока. По конструкции *ВСК* подобна другим стойкам *ЛАЗ*.

Стойка запирающих фильтров (*СФЗ*). Эта стойка оборудована фильтрами, включаемыми в цепи, имеющие параллельный пробег с цепями, уплотнёнными в полосе частот до 150 *кгц*, с целью устранения влияния с выхода этих цепей на их вход через третьи цепи. На стойке размерами 2 500 × 530 *мм* смонтированы фильтры трёх типов, а именно, предназначенные для включения: а) в цветные цепи, уплотнённые при помощи аппаратуры высокочастотного телефонирования трёх-

канальной системы, б) в неуплотнённые или уплотнённые стальные цепи и в) в телеграфные провода.

Стойка четырёхпроводной коммутации (*СЧК*) предназначена для включения в неё четырёхпроводных телефонных каналов через разделительные гнёзда и служит для проверки уровней передачи и приёма, а также для установки и проверки остаточного затухания каналов.

Ёмкость стойки *СЧК* рассчитана на 60 четырёхпроводных каналов. В комплект для включения одного такого канала входят разделительные гнёзда и регулятор усиления в тракте приёма. На стойке, кроме того, размещаются нормальный генератор, указатель уровня, оборудование служебных и соединительных линий и четырёхпроводное переговорно-вызывное устройство.

Стойка диференциальных систем (*СДС*) предназначена для образования двухпроводных выходов четырёхпроводных телефонных каналов. Ёмкость стойки составляет 100—120 диференциальных систем.

Стационарная измерительная аппаратура *ЛАЗ* представляет собой комплект измерительных и коммутационных устройств, смонтированных на стандартных стойках. При помощи системы соединительных и передаточных линий эти стойки могут быть связаны с любой другой аппаратурой *ЛАЗ*. По этим линиям на измерительные стойки передаются подлежащие испытаниям или измерениям провода, приборы или отдельные узлы аппаратуры.

Измерительная секция (*ИСА-2*) выпускалась заводом Министерства связи до 1941 г.

При помощи приборов стойки *ИСА-2* можно производить следующие основные измерения:

а) измерение сопротивления проводов линий связи и других устройств в пределах до 111 100 *ом*;

б) определение места повреждения цепи при заземлении или понижении изоляции одного провода;

в) измерение асимметрии сопротивления проводов двухпроводных цепей;

г) определение места короткого замыкания или сообщения проводов;

д) измерение переходного затухания линий связи и станционной проводки до 11 *неп* в полосе тональных частот;

е) измерение входного сопротивления в полосе тональных частот (до 5 000 *гц*);

ж) измерение рабочего затухания в полосе частот от 50 до 60 000 *гц*;

з) измерение остаточного затухания в диапазоне от 50 до 60 000 *гц*;

и) проверку настройки усилителей путём измерения балансного затухания;

к) измерение уровня передачи в диапазоне от 50 до 60 000 *гц*;

л) измерение усиления усилителей тч и вч;

м) испытание электронных ламп.

Для выполнения перечисленных выше измерений на *ИСА-2* смонтированы следующие приборы: мост постоянного тока, магазин сопротивлений, генератор и указатель уровня на диапазон частот от 50 до 60 000 *гц*, мост переменного тока, магазин ёмкостей, магазин затуханий, испытатель ламп, вспомогательный генератор на 7 фиксированных частот и панель управления.

На *ИСА-2* могут быть включены 40 соединительных двухпроводных линий и 4 соединительных провода. Посредством этих линий *ИСА-2* соединяется со всеми другими стойками *ЛАЗ*.

В комплект *ИСА-2* входят две стойки: стойка для измерения уровней и стойка для измерения сопротивлений. Обе стойки дополняют друг друга и порознь использованы быть не могут.

Размеры каждой из стоек: 2 500 × 538 *мм*, вес обеих стоек вместе 300 *кг*.

Контрольно-измерительное устройство (*КИЛ*) линейно-аппаратного зала выпускалось заводом Министерства связи до 1942 г. По конструкции и оперативным возможностям *КИЛ* почти полностью тождественно аппаратуре *ИСА-2*.

В настоящее время заводы МПСС изготовляют измерительную тележку типа *ИТ*, в которую входит комплект приборов, необходимых для измерений в *ЛАЗ* в полосе частот до 150 *кгц*.

Коммутация цепей в линейно-аппаратном зале

Соединение аппаратуры, устанавливаемой в *ЛАЗ*, между собой, а также с междугородной телефонной станцией, телеграфом, узлом связи совещаний и т. п. осуществляется, как правило, по типовым схемам, называемым схемами прохождения цепей по линейно-аппаратному залу. Эти схемы разработаны для всех встречающихся на железнодорожном транспорте видов связи и для различных вариантов их использования [13, 15, 22]; указанные схемы составляются примерно так, как показано на фиг. 264.

Электропитание аппаратуры линейно-аппаратного зала

Электропитание аппаратуры дальней связи осуществляется от источника постоянного тока с напряжениями 24 *в* (цепи накала и реле) и 220 *в* (анодные цепи).

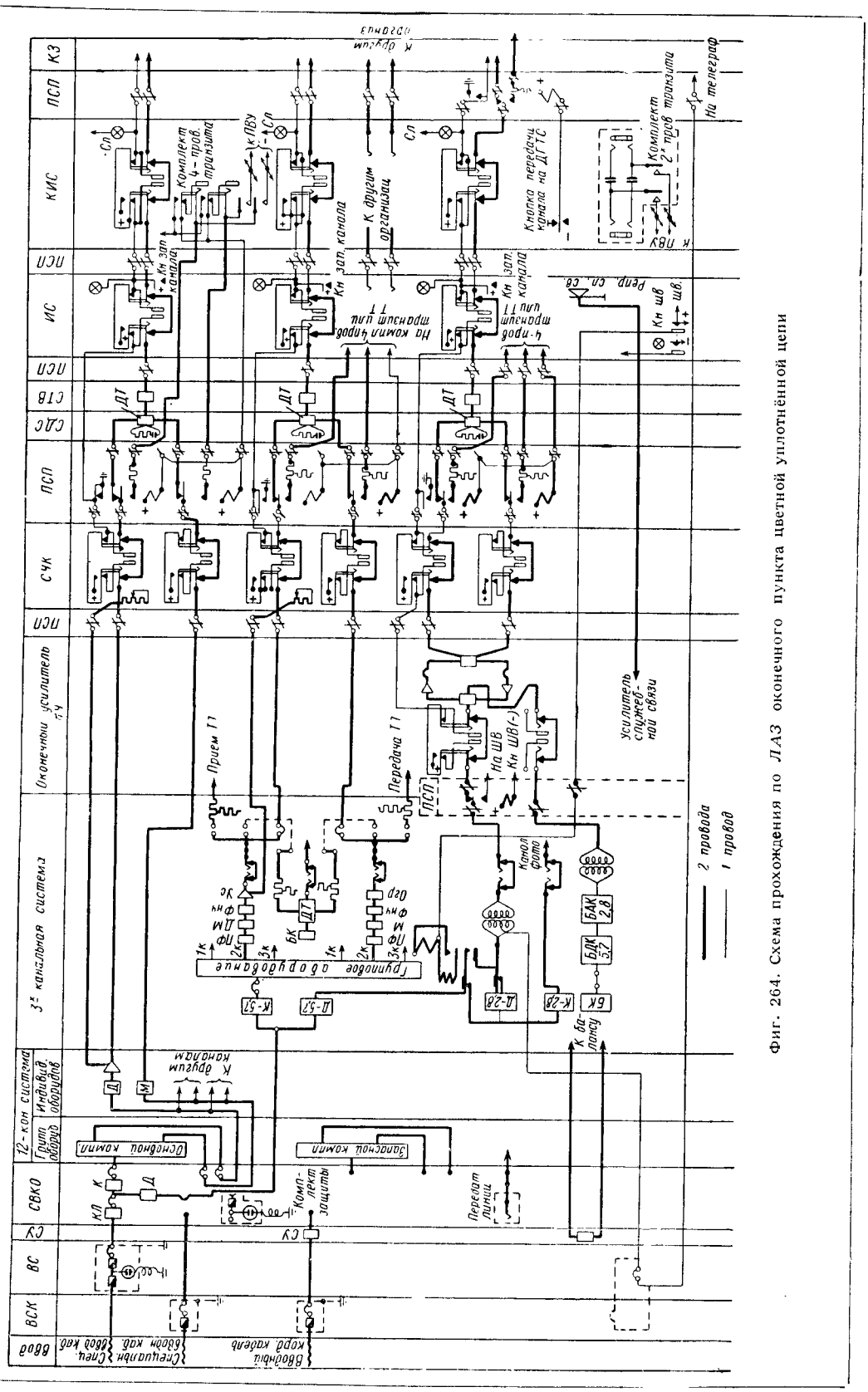
В некоторых случаях при наличии в *ЛАЗ* импортной аппаратуры дальней связи для питания анодных цепей приходится предусматривать источник постоянного тока напряжением 130 *в*.

Для посылки вызова используют переменный ток с напряжением 60 — 80 *в* и частотой 15—50 *гц*.

При наличии в *ЛАЗ* высокочастотной аппаратуры типа СМТ-35 и ТВЧ-35, кроме указанных выше источников тока, требуется батарея смещения напряжением 40 *в*.

Для питания аппаратуры избирательной телефонной связи, устанавливаемой в *ЛАЗ*, требуются источники тока, указанные в характеристиках этой аппаратуры, приведённых в главе «Специальные виды железнодорожной телефонной связи» данного тома.

Требования, предъявляемые к источникам электропитания аппаратуры *ЛАЗ*, должны удовлетворять ГОСТ 5237-50.



Фиг. 264. Схема прохождения по ЛАЗ оконечного пункта цветной уплотнённой цепи

Вспомогательные устройства линейно-аппаратного зала

К вспомогательным устройствам *ЛАЗ* относятся соединительные, измерительные и служебные линии, а также устройства сигнализации.

Соединительные линии прокладываются в *ЛАЗ* для замены аппаратуры. Эти линии проходят многократно по всем стойкам однотипной аппаратуры, снабжённым гнёздами для включения соединительных линий. К каждой стойке подводят провода от двух линий для включения её входа и выхода.

Для замены телефонной аппаратуры соединительные линии должны быть двухпроводными.

Измерительные линии прокладываются в *ЛАЗ* при наличии измерительных стоек (*ИСА*, *КИЛ*) между этими последними и всей аппаратурой, установленной в *ЛАЗ*. К каждому виду оборудования подводят двухпроводные или трёхпроводные соединительные линии, которые включают многократно в комплекты оборудования этого вида. Трёхпроводные соединительные линии в основном подаются к стойкам *ИС*, *КИС* и тонального вызова. Для монтажа измерительных линий применяют, как правило, экранированные кабели.

Для осуществления служебных переговоров между *ЛАЗ* и *МТС*, телеграфом, студией связи совещаний, генераторной и т. д. устраивают служебные линии, заканчивающиеся на стойках *ИС* и *КИС* (если она предусматривается). Часть этих линий оборудуется по системе МБ (например с генераторной) и часть по системе ЦБ.

Для оповещения о повреждениях в цепях питания и о поступлении вызова по какой-либо служебной линии, в *ЛАЗ* устраивают два вида оптической и акустической сигнализации: о повреждениях в цепях питания и о поступлении вызова. Устройство оптической сигнализации должно обеспечивать указание или ряда аппаратуры, в котором произошло повреждение в цепи питания, или стойки, на которую поступил вызов, а также отмечать повреждённую стойку или стойку, на которую поступил вызов. Лампы, сигнализирующие повреждения в цепях питания, берут красного цвета, а сигнализирующие поступление вызова — зелёного цвета. Одновременно с действием оптической сигнализации должна приходить в действие акустическая сигнализация (звонок). При этом предусматривается возможность выключения акустической сигнализации на время устранения повреждения.

Основные указания по монтажу линейно-аппаратных залов

Для установки и крепления оборудования *ЛАЗ* в нём монтируется изготовляемая на месте специальная металлическая конструкция, которая в основном состоит из перечисленных ниже частей. Вдоль каждого ряда стоек на уровне их верхнего края (обычно 2 500 *мм* от пола) прокладывается угловая сталь 45 × 45 × 5 *мм*. По коицам ряда эта деталь опирается иа вертикальные стояки 60 × 60 × 6 *мм* и скрепляется со стальным уголком 45 × 45 × 5 или 60 × 60 × 6 *мм*, проходящим вдоль помещения *ЛАЗ* по краям рядов и заделанным концами в стены. Такая конструкция может быть смонтирована в *ЛАЗ* совершенно отдельно, до установки стоек.

Установленные в ряд стойки *ЛАЗ* прикрепляются к рядовому уголку и к смежным стойкам или к стояку болтами, а к полу при помощи глухарей.

Для большей жёсткости конструкции один или несколько рядовых уголков также могут быть заделаны одним или обоими концами в стены.

Для монтажа разговорных цепей линейной проводки, соединительных и измерительных линий *ЛАЗ* должны применяться экранированные провода и кабели. Для этой цели может быть применён кабель марки РВЧС-60 и РВЧС-160 (резиновый, высокочастотный, станционный на 60 и 160 *кгц*). Возможно применение и других равноценных по качеству проводов и кабелей. На вводную стойку линейные провода подаются кордельным кабелем с оконечной разделкой его в *ЛАЗ*. От *СПМ* (*ПСП*) на междугородную станцию провода подаются кабелем марки ТСО 21 × 3. Токораспределительная проводка может быть смонтирована проводом ПР или ВРГ надлежащего сечения. Для подачи и распределения переменного тока, и в том числе вызывного, частотой 15—50 *гц*, должны применяться парные витые провода, проложенные в трубках с металлической экранной оболочкой, или кабели с металлическим покрытием (например СРГ).

Для прокладки проводов и кабелей внутренней проводки в *ЛАЗ* предусматривается устройство воздушных желобов лестничного типа. Эти желоба устанавливаются как вдоль всего помещения *ЛАЗ*, по краям рядов (главные желоба), так и вдоль каждого из рядов (рядовые желоба). Главные желоба обычно специализируют, используя один из них для преимущественной прокладки линейных проводов, а другой для токораспределительной сети.

Желоба изготовляют из полосовой стали сечением 5 × 40 *мм*. Скалки желобов делают из круглой стали диаметром 8—10 *мм*. Ширина главного жёлоба обычно принимается равной 200 *мм*, а рядового жёлоба 150 *мм*. Желоба крепятся к упомянутым выше рядовым и продольным уголкам.

Кабели и провода укладываются на желоба и сшиваются в пакеты прямоугольного сечения с одновременным прикреплением их к скалкам желобов через каждые 200—400 *мм*. При укладке пакетов стремятся расположить более тяжёлые кабели внизу, более лёгкие наверху. Пересечения слоёв в пакетах и отдельных кабелей, как правило, не допускаются. Ответвление кабелей из пакетов к рядам и к отдельным стойкам должно происходить с ближайшего к ним края пакета. Допустимым радиусом изгиба кабелей на ответвлениях, поворотах и спусках считается величина, равная 10-кратному диаметру наиболее толстого кабеля в подлежащем изгибу пакете. На поворотах и спусках пакеты прикрепляются к каждой скалке жёлоба.

Переходное затухание в пределах *ЛАЗ* между двумя любыми парами линейной проводки на частоте 800 *гц* не должно быть менее

9 *неп*; для измерительных линий, соединяющих аппаратуру *ЛАЗ* с *ИСА-2* (*КИЛ*), эта норма повышается до 11 *неп*. Между цепями, уплотнёнными в спектре до 30 *кгц*, переходное затухание должно быть не ниже 10 *неп*, а для уплотнённых до 150 *кгц* не ниже 13 *неп*.

ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ УЗЛОВ ДАЛЬНЕЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

Общие указания

Помещения, в которых размещаются устройства дальней телефонной связи, обычно сосредоточиваются совместно с помещениями других устройств связи в одном здании.

К техническим помещениям узлов дальней связи относятся: коммутаторный зал и стативная при ручном обслуживании соединений, отдельное или общее с автоматным залом АТС помещение для приборов дальней автоматики при автоматическом обслуживании соединений и, наконец, помещение линейно-аппаратного зала.

Устройства электропитания узлов дальней связи обычно совмещаются с устройствами электропитания других видов связи и потому для них, как правило, особые помещения не выделяются.

Здание, в котором размещаются устройства дальней связи, должно быть кирпичным, каменным или бетонным.

Помещения коммутаторного зала, стативной, помещения для приборов дальней автоматики и линейно-аппаратного зала следует располагать так, чтобы имелась возможность их развития за счёт смежных помещений подсобного характера. Взаимное расположение указанных помещений, а также помещений местной телефонной станции и генераторной должно обеспечивать наименьшую длину соединительных кабелей и питающих фидеров.

Коммутаторный зал и его стативная

Состав оборудования коммутаторного зала и его стативной и необходимость выделения последней определяются количеством линий дальней и избирательной телефонной связи, оканчивающихся в данном узле связи, а также типом применяемых междугородных коммутаторов.

При небольшом числе линий и применении междугородных коммутаторов со стативами реле последние обычно устанавливаются в помещении кроссовой местной телефонной станции. Если реле размещаются в корпусе коммутатора, то надобность в помещении стативной отпадает. Выделение отдельного помещения для стативной может быть допущено лишь при проектировании крупных узлов дальней связи и то лишь при установке междугородных коммутаторов со стативами реле.

Связь между междугородными и местными коммутаторами при ручных телефонных станциях на железнодорожном транспорте осуществляется, как правило, по многократному полю. Поэтому помещение зала междугородных коммутаторов должно быть смежным с помещением коммутаторного зала местной телефонной станции.

Количество междугородных коммутаторов определяется в зависимости от необходимого числа рабочих мест и типа применяемых коммутаторов. Число рабочих мест устанавливается в зависимости от величины телефонной нагрузки междугородной телефонной станции в час наибольшей нагрузки (*ЧНН*).

Величина телефонной нагрузки междугородной телефонной станции для *ЧНН* определяется по формуле

$$y = \sum_{1}^{n} (N_x C_{сут.\ x} T_x K_x),$$

где N_x — число линий в отдельном пучке;
$C_{сут.\ x}$ — число переговоров на одну линию данного пучка в сутки;
T_x — продолжительность полного цикла времени, необходимого для занятия линии в течение одного разговора;
K_x — коэфициент концентрации междугородных переговоров в *ЧНН* для данного пучка и
n — общее число пучков линий.

Кроме того, необходимо знать процентное соотношение переговоров входящих, исходящих и транзитных, процентное соотношение переговоров обычных и прямых абонентов, продолжительность занятия станционных линий междугородной телефонной станции для одного соединения и величины коэфициента концентрации нагрузки для различных видов обмена междугородной станции в *ЧНН*. Значения этих величин должны уточняться в процессе изысканий перед составлением проекта.

Некоторые данные, которые могут быть использованы при расчётах, указаны в табл. 195 и 196.

Таблица 195

Продолжительность занятия станционных линий междугородной телефонной станции заказной системы для одного соединения

Вид линии или прибора	Время занятия линий в сек.
Заказная линия при приёме заказа	40÷60
Служебная линия	8÷10
Соединительная линия с АТС на один переговор с предварительной подготовкой его	420÷600
Регистры междугородного сообщения АТС	10÷15
Справочная линия для одной справки	40÷60

Таблица 196

Значения коэфициента концентрации нагрузки для различных видов обмена в час наибольшей нагрузки

Вид обмена	Величина коэфициента концентрации K
Заказы на междугородные переговоры (по поступлению)	0,15÷0,2
Междугородные переговоры (по исполнению)	0,07÷0,12
Справки (по поступлению)	0,10÷0,15

Количество переговоров, приходящихся на долю прямых абонентов, может быть принято равным 10—15% от общего числа переговоров.

Качественная сторона обслуживания междугородной телефонной станции определяется величиной потерь из-за занятости станционных линий и приборов, временем ожидания абонентами исполнения заказов (см. табл. 192) и качеством передаваемой речи.

Величины потерь указаны в табл. 197.

Таблица 197

Величина потерь из-за занятости станционных линий и приборов

Вид линий или прибора	Величина потерь p %
Соединительная линия с местной телефонной станцией (АТС)	0,1
Регистр междугородного сообщения АТС	0,1
Заказная линия	0,5

Расчёт числа телефонных каналов дальней связи

Число каналов дальней связи определяется для каждого направления отдельно по данным потоков обмена. Если данные потоков обмена отсутствуют, то при определении числа каналов исходят из существующей или проектируемой схемы связи узла с учётом перспектив развития. Число каналов определяют для монтируемой и предельной ёмкости станции. Более подробно о расчёте числа каналов см. [1, 2, 6, 7, 5].

Расчёт числа станционных и соединительных линий междугородной телефонной станции. Число станционных и соединительных линий определяют после установления числа дальних линий с таким расчётом, чтобы обеспечить наибольший возможный обмен по дальним линиям при монтируемой или соответственно при предельной ёмкости станции.

При расчёте соединительных, заказных, справочных и прочих линий определяют величину трафика, приходящуюся на каждый вид линий. После этого, найдя часо-занятия для часа наибольшей нагрузки, определяют число линий по кривым фиг. 130 главы «Устройства местной телефонной связи».

Расчёт числа рабочих мест междугородной телефонной станции. Число рабочих мест станции определяется по формуле

$$N_{рм} = \frac{C_{чнн}\, t_{ср.\ опер}}{3\,600\ \alpha},$$

где $C_{чнн}$ — число соединений, которое необходимо выполнить на станции в час наибольшей нагрузки;

$t_{ср.\ опер}$ — среднее оперативное время телефонистки в сек.;

α — коэфициент использования труда телефонистки. При предварительных расчётах можно принимать значения $t_{ср.\ опер}$, указанные в табл. 198.

Таблица 198

Среднее оперативное время телефонистки

Вид операции	$t_{ср.\ опер}$ в сек.
Приём заказа на междугородный переговор заказной телефонисткой . . .	50÷60
Приём заказа на справку заказной телефонисткой	30÷45
Установление одного междугородного переговора междугородной телефонисткой	100÷120
Выдача справки справочной телефонисткой . . .	40÷60

Коэфициент α в соответствии с результатами стахановского движения можно принимать равным 0,85 — 0,9. Указанные величины $t_{ср.\ опер}$ и α не следует рассматривать как окончательно установившиеся. С улучшением процесса эксплоатации, с новыми достижениями стахановок-телефонисток, с введением технических усовершенствований снижается величина оперативного времени телефонисток и повышается производительность их труда. Поэтому при конкретном проектировании следует сопоставлять приведённые выше данные с фактическими достижениями передовых междугородных телефонных станций и вводить в них соответствующие коррективы.

Если телефонистке приходится выполнять различные операции, характеризующиеся различным оперативным временем, то в этом случае определяют среднее оперативное время с учётом удельного веса различных операций.

Если, например, для какого-либо вида рабочих мест: a % соединений имеет оперативное время t_1, b % соединений — t_2 и c % соединений — t_3, то среднее оперативное время для телефонистки, обслуживающей это рабочее место,

$$t_{ср.\ опер} = \frac{at_1 + bt_2 + ct_3}{100}.$$

По приведённым формулам определяется число рабочих мест заказных, справочных, междугородных и других видов коммутаторов междугородной телефонной станции. После этого в зависимости от типа намеченных к применению коммутаторов устанавливается количество коммутаторов каждого рода, а также количество другого необходимого оборудования: статив реле, стол старшей и т. п.

Размещение оборудования междугородной телефонной станции. После определения состава и объёма оборудования составляют план его размещения в помещениях узла связи.

Коммутаторное оборудование располагается в коммутаторном зале междугородной телефонной станции. Коммутаторы устанавливаются, как правило, в один ряд. Расстояние между задней стороной ряда коммутаторов и стеной с окнами, при наличии радиаторов

отопления, берётся равным 850 *мм*, а при отсутствии их — равным 700 *мм*.

Расстояние между лицевой стороной ряда коммутаторов и другой стеной помещения должно быть не менее 2 000 *мм*. Пример расположения оборудования в коммутаторном зале приведён на стр. 664, фиг. 128. Высота помещения коммутаторного зала должна быть не менее 3,5 *м*. Она определяется объёмом воздуха, требующимся на одного человека, и площадью, необходимой для размещения оборудования. Объём воздуха должен составлять 17—18 $м^3$ на одного человека. Общая площадь окон должна быть не менее $^1/_4$—$^1/_7$ освещаемой площади пола. Окна должны быть снабжены шторами.

Полы в помещении коммутаторного зала должны выдерживать нагрузку в 400 $кг/м^2$.

В акустическом отношении коммутаторный зал должен быть обработан таким образом, чтобы мешающие шумы не превосходили уровня, равного 35—40 *дб*. Для уменьшения шумов применяют плотно закрывающиеся окна, занавесы, мягкие дорожки в зале и т. п.

Главные двери зала должны иметь высоту не менее 2 100 *мм* и ширину не менее 1 300 *мм*. В больших залах предусматривается запасный выход.

Стативы реле, если они применяются, устанавливают обычно в кроссовых местных телефонных станций.

Для подвода кабелей в коммутаторном зале устраивают напольные желоба или применяют верхние желоба лестничного типа.

Каблирование междугородной телефонной станции. В разработку проекта каблирования междугородной телефонной станции входят:

1. Разработка монтажных скелетных схем для всех цепей станции, т. е. для дальних соединительных и заказных линий, линий прямых абонентов и т. п.; эти схемы составляют на основании монтажных схем завода, по которым смонтировано оборудование.

2. Подбор марок кабелей, необходимых для соединения оборудования и расчёта числа их кусков. Для монтажа цепей тональной частоты в пределах коммутаторного зала для соединения коммутаторов со стативами реле и для соединения последних с оборудованием линейно-аппаратного зала применяют кабели марок ТСС и ТСО. Кабели марки ТСС применяют для соединений между коммутаторами и стативами и для соединения с линейно-аппаратным залом. Кабели марки ТСО используют для соединений внутри ряда коммутаторов (для монтажа многократного поля). В настоящее время для монтажа применяют, как правило, неосвинцованные кабели.

Расчёт числа кусков кабеля производят на основании монтажных скелетных схем.

Результаты работы оформляют в виде таблицы или чертежа кабельных соединений (кабель-плана).

3. Разработка пакетажа кабелей и системы желобов для их укладки.

Пакетаж кабелей и систему желобов увязывают с планом размещения оборудования. Эта часть проекта оформляется в виде эскизов и конструктивных чертежей, определяющих способы укладки кабелей и конструкции желобов.

4. Расчёт потребности в кабелях в метрах для каждой их марки. Этот расчёт производят по планам расположения желобов станции и эскизам укладки в них кабелей, по которым определяют длины отдельных кусков. После определения длин кусков последние умножают на число их и таким образом находят длины кабелей.

5. Разработка таблиц для включения жил кабелей в штифты рамок стативов и коммутаторов.

Эта работа выполняется на основании заводских монтажных схем и планов расположения штифтов и оборудования.

Устройства дальней автоматической связи

Вопросы проектирования узлов дальней автоматической связи в настоящее время находятся в стадии разработки. Поэтому ниже отмечаются лишь основные этапы проектирования таких узлов, к которым относятся:

а) определение телефонной нагрузки в *ЧНН* и расчёт числа телефонных каналов, необходимых в проектируемых направлениях; число каналов при скорой системе эксплоатации зависит от величины потерь, которую в настоящее время принимают равной 8—10%, и может быть определено по кривым фиг. 251;

б) определение состава и объёма переустройства сети дальней телефонной связи на проектируемых направлениях с разработкой проекта этого переустройства;

в) разработка схемы проектируемой связи с указанием на ней скелетных схем устройств в узлах сети и установление нумерации узлов в соответствии с принятой системой постоянной нумерации;

г) определение состава и количества оборудования для каждого из узлов проектируемой сети дальней автоматической связи;

д) выбор помещений в узлах для размещения в них проектируемого оборудования;

е) расположение оборудования в выбранных помещениях;

ж) решение вопросов, связанных с электропитанием проектируемого оборудования;

з) разработка монтажных схем выключения оборудования и кабель-планов линейной и токораспределительной проводки.

Линейно-аппаратные залы

В состав основных работ по проектированию линейно-аппаратного зала входят:

а) определение состава и номенклатуры оборудования;

б) разработка системы электропитания *ЛАЗ*;

в) разработка плана расположения оборудования в помещениях *ЛАЗ* и цеха электропитания;

г) разработка кабель-плана линейной проводки;

д) расчёт токораспределительной проводки;

е) разработка кабель-плана токораспределительной проводки;

ж) проектирование заземлений.

Состав оборудования *ЛАЗ* определяется: а) по аппаратуре связи—исходя из схемы связи данного узла и перспектив её развития, б) по вводно-коммутационной и вспомогательной аппаратуре—в соответствии с количеством вводимых в *ЛАЗ* проводов и каналов связи, а также в соответствии с ёмкостью коммутационной и другой специальной аппаратуры *ЛАЗ*, с учётом некоторого резерва ёмкости стоек на перспективное развитие (в *ЛАЗ* отделенческих станций—до 25%).

Система электропитания *ЛАЗ* выбирается в зависимости от условий снабжения рассматриваемого пункта электроэнергией и увязывается с системой электропитания других устройств связи того же пункта; при этом руководствуются указаниями, приведёнными в разделе «Электропитание устройств связи» данного тома.

В случае устройства обособленного *ЛАЗ*, что может иметь место при проектировании вспомогательных усилительных пунктов многоканальных систем высокочастотного телефонирования для воздушной или кабельной линий, могут быть применены следующие способы питания оборудования:

а) при наличии энергоснабжения от местной сети — постоянное буферное питание. На каждое необходимое напряжение постоянного тока устанавливаются два комплекта преобразователей, батарей и угольных регуляторов; для резервирования энергоснабжения устанавливается резервная электрическая станция;

б) при отсутствии энергоснабжения от местной сети — периодическое буферное питание с подачей электроэнергии от собственной электрической станции или дистанционное питание от ближайшего пункта, обеспеченного энергоснабжением.

При периодическом буферном питании устанавливаются два электротепловых агрегата с генераторами трёхфазного тока и по два комплекта преобразователей, батарей и угольных регуляторов на каждое рабочее напряжение постоянного тока. Питание оборудования производится в течение 8 час. в сутки по буферному способу; в это же время одновременно производится заряд обеих батарей. В остальное время питание оборудования осуществляется от батареи.

При дистанционном питании подача питания может быть осуществлена или по отдельной иловой линии или по рабочим проводам линии дальней связи. Более целесообразным является последний способ. Для подачи питания по рабочим проводам могут быть использованы:

а) однопроводные искусственные цепи (с применением земли в качестве обратного провода);

б) двухпроводные искусственные цепи.

Последний способ применяется в основном на кабельных линиях при двухкабельной системе связи.

Подача питания может осуществляться переменным или постоянным током.

Для уменьшения напряжения и мощности питающей установки в усилителях дальней связи, устанавливаемых в пунктах, питаемых на расстоянии, применяют наиболее экономичные лампы.

При дистанционном питании постоянным током цепи катодов и анодные цепи усилителей питают от одного напряжения. При этом катоды ламп соединяют последовательно, и в эту цепь для гашения излишнего напряжения включают балластное сопротивление.

Более подробно о дистанционном питании см. [24].

При разработке плана расположения оборудования в *ЛАЗ* и определении его площади всегда резервируют некоторую площадь для возможного добавления стоек вновь (порядка 15—25%).

Оборудование располагают в помещении *ЛАЗ* рядами, как правило, перпендикулярно окнам, и группируют по эксплоатационным признакам. План расположения оборудования в одном из действующих *ЛАЗ* дан на фиг. 265.

Вводно-коммутационную и испытательную аппаратуру (*ВС*, *ВИС*, *ИС* и т. п.) устанавливают в отдельном ряду, обычно одном из крайних, наиболее удобном с точки зрения подведения линейных проводов. В этом же ряду обычно устанавливают и измерительную аппаратуру (*ИСА*, *КИЛ*).

Стойки *СП* устанавливают с края одного из рядов, по возможности ближе к аппаратуре высокочастотного телефонирования, создающей наибольшую нагрузку по потреблению энергии.

Кроме того, *СП* должна быть установлена так, чтобы на неё возможно удобнее можно было подать фидеры, питающие аппаратуру *ЛАЗ*.

Стойки *СПМ*(*ПСП*) устанавливают так же, как и стойки *СП* с края одного из рядов, в месте, откуда намечается передача линейной проводки телефонных каналов на междугородную телефонную станцию.

Аппаратуру избирательной и симплексной связи, как правило, располагают в отдельном ряду.

Аппаратуру дальней связи высокой и тональной частоты группируют по цепям, на которых она работает. На краю ряда, ближнем к лестничному жёлобу линейной проводки, устанавливают стойки *СЛФ*.

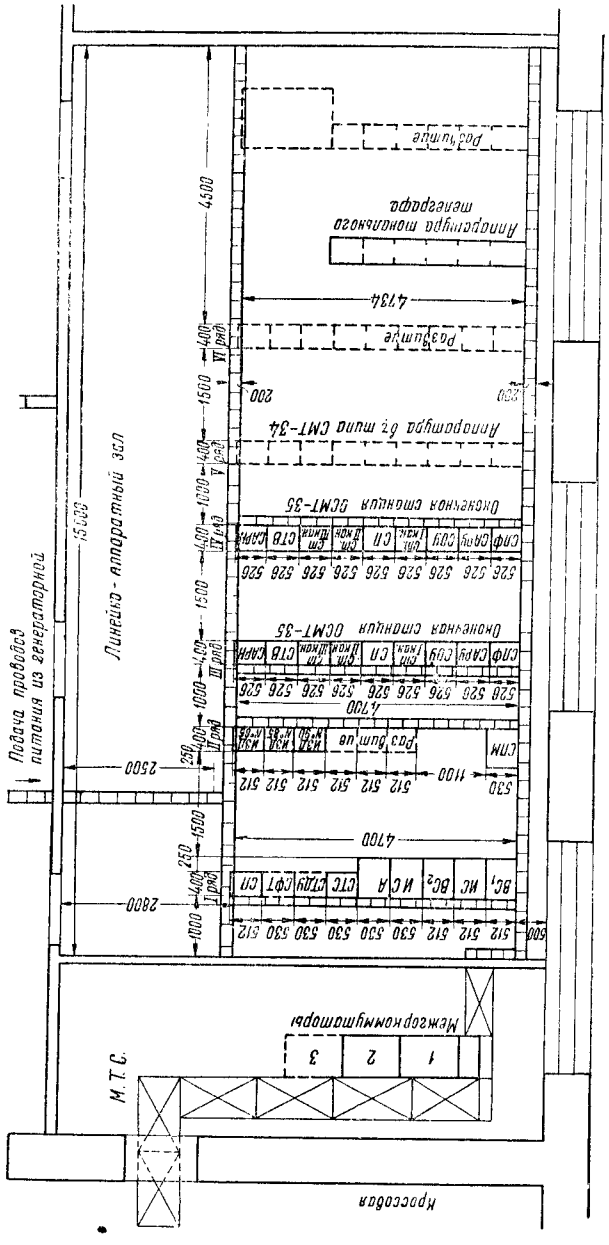
При наличии аппаратуры высокочастотного телефонирования с совпадающими спектрами частот стремятся располагать её на расстояниях не менее 3,0 *м* ряд от ряда или на таком же расстоянии между крайними стойками комплектов при расположении их в общем ряду.

Проходы в *ЛАЗ* выдерживают в соответствии со следующими нормами:

Главный, при одностороннем расположении рядов	1,2—1,5 *м*
То же при двустороннем расположении рядов	1,5—1,6 »
Между торцами рядов и стеной	0,6—0,7 »
Между лицевыми сторонами рядов	1,1 »
То же при наличии в одном из рядов вводно-коммутационной аппаратуры	1,3 »
Между задними сторонами рядов	0,7 »
Между стеной и задней стороной ряда без вводно-коммутационной аппаратуры	0,7 »
То же с вводно-коммутационной аппаратурой	0,7—1.0 »

Как правило, следует применять верхний предел указанных норм, снижая его только при невозможности применения по местным условиям (при размещении аппаратуры в существующих помещениях).

Аппаратуру располагают так, чтобы в смежных рядах она находилась либо лицевыми, либо задними сторонами друг к другу.



Фиг. 265. План расположения оборудования в линейно-аппаратном зале

Перекрытия над и под линейно-аппаратным залом должны быть полусгораемые, полы — покрыты линолеумом; расчётную нагрузку на пол *ЛАЗ* принимают 450 *кг/м²*.

Высота помещений *ЛАЗ* должна быть не менее 3,2÷3,5 *м* (в зависимости от высоты наиболее высоких стоек, соответственно 2,5÷3,2 *м*).

Окраску стен и потолков производят только масляными красками.

При печном отоплении здания, топки печей должны быть вынесены в смежные помещения (например коридор).

Освещённость *ЛАЗ* естественным светом, определяемая как отношение площади окон к площади пола, должна быть не менее $^1/_6$. Освещённость искусственным светом, определяемая на высоте 1 *м* от уровня пола, должна быть не менее 50 люкс нормальная и 20 люкс аварийная.

Расположение оборудования в помещениях источников питания производится в соответствии с указаниями, приведёнными в разделе «Электропитание устройств связи» данного тома. Там же приведены и требования к помещениям источников питания.

Разработка кабель-плана линейной проводки заключается в составлении сводной монтажной схемы прохождения по *ЛАЗ* линейных проводов, измерительных, служебных и сигнализационных линий.

При этом пользуются типовыми схемами прохождения цепей по *ЛАЗ*, а также схемами сигнализации, служебных и измерительных линий.

Одновременно с этим решаются вопросы, связанные с повышением индуктивности и симметрированием линейной проводки *ЛАЗ*.

Расчёт токораспределительной проводки ведётся только для проводов, по которым к аппаратуре подаётся напряжение—24 *в*. Исходной нормой в этом расчёте является допуск на падение напряжения на участке аккумуляторная батарея — питаемая аппаратура, принимаемый согласно табл. 199. Расчёт ведут на наименьший расход меди. Все остальные провода выбирают исходя из необходимости обеспечения достаточной механической прочности и по допустимой плотности тока. Как правило, сечение этих проводов берут равным 2,5 *мм²*.

Кабель-план токораспределительной сети, представляющий собой сводную монтажную схему прохождения по *ЛАЗ* токораспределительных проводов, составляется на основании принятой системы распределения питающих напряжений (постоечной или порядовой), выбираемой с учётом:

а) удобств монтажа и развития токораспределительной сети;

б) возможности проверки состояния отдельных цепей питания;

в) применения минимального количества кабелей и проводов питающей сети;

г) обеспечения минимальных помех от источников питания.

На кабель-плане указываются сечения и марки проводов на отдельных участках токораспределительной сети.

Система заземлений для *ЛАЗ* должна быть спроектирована исходя из следующих соображений.

В линейно-аппаратных залах, на усилительных пунктах без дистанционного питания, а также на междугородных телефонных станциях с соединительными линиями, в схемах которых земля в качестве обратного провода не используется, должно быть оборудовано три отдельных заземления, а именно:

а) объединённое заземление, используемое одновременно в качестве экранно-батарейного и защитного для разрядников;

б) защитное заземление;

в) вспомогательное заземление для целей измерения сопротивления основных заземлений.

К экранно-батарейному заземлению должны присоединяться:

а) общая точка батарей, используемых для питания оборудования коммутаторных залов, *ЛАЗ* или усилительных пунктов;

б) металлические части стативного и коммутаторного оборудования МТС, а также металлические каркасы вводно-коммутационных и других стоек *ЛАЗ*;

в) металлические экранирующие прокладки в коммутаторном оборудовании и в оборудовании междугородной автоматики;

г) экраны аппаратуры *ЛАЗ* и экранирующие оболочки кабелей и шнуров;

д) разрядники типа РА-350.

Сопротивление экранно-батарейного заземления должно быть не более 4 *ом* при количестве проводов свыше 60 и 5 *ом* при количестве проводов менее 60.

К защитному заземлению должны присоединяться металлические части силового оборудования генераторной (корпуса, станины, кожухи, каркасы электрических машин, трансформаторов, выпрямителей, щитов и т.п.).

Сопротивление защитного заземления должно быть не более 10 *ом*.

В случае необходимости установки на МТС и усилительных пунктах барьерных разрядников РБ-280 последние должны присоединяться к защитному заземлению, причём величина защитного заземления в данном случае определяется расчётом в соответствии с правилами ограждения устройств связи и сигнализации от вредного действия установок сильного тока.

Сопротивление вспомогательного заземления для целей измерения сопротивления основных заземлений МТС и усилительных пунктов должно быть не более 100 *ом*.

При проектировании заземлений следует пользоваться указаниями ГОСТ 648-51.

ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛОАТАЦИИ УЗЛОВ ДАЛЬНЕЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

Основные задачи технической эксплоатации узлов дальней телефонной связи состоят в обеспечении бесперебойного действия всех каналов и оборудования связи при высоком качестве передачи, максимальном использовании телефонных каналов для пропуска

Таблица 199

Допустимые падения напряжения в токораспределительной сети *ЛАЗ* и предельные значения напряжения, допускаемые на зажимах аппаратуры

Наименование цепи питания	Номинальное напряжение источника тока в *в*	Допустимое падение напряжения в цепи питания на участке от аккумуляторной батареи до зажимов питаемой аппаратуры[1] в *в*	Предельные напряжения на зажимах питаемой аппаратуры в *в*	Допустимая пульсация напряжения на зажимах питаемой аппаратуры, создаваемая источником тока (псофометрическое значение) в *в*
Цепи накала и сигнализации аппаратуры дальней телефонной связи, тонального телеграфа и фототелеграфа	24	0,8	26,4 и 21,6 — без стабилизации напряжения; 21,8 и 20,6 — при стабилизации напряжения (для ламп 10-вольтовой серии)	$2{,}4 \cdot 10^{-3}$ (для ламп с прямым накалом)
Анодные цепи аппаратуры дальней телефонной связи, тонального телеграфа и фототелеграфа	220	5	240 и 200 — без стабилизации напряжения; 212 и 200 — при стабилизации напряжения	$4{,}4 \cdot 10^{-3}$

[1] Без учёта падения напряжения в стойках автоматического регулирования напряжения.

переговоров при высоком качестве обслуживания абонентов, содержании оборудования и помещений в соответствии с техническими требованиями, предупреждении возможности возникновения повреждений, немедленном и быстром устранении повреждений в случае их возникновения.

Для этого в процессе технической эксплоатации осуществляют повседневное наблюдение за работой и состоянием линий, оборудования и каналов дальней связи, а также контрольно-эксплоатационные и периодические проверки регулировки и измерения цепей оборудования и каналов связи с проведением необходимого предупредительного ремонта. Эти последние работы выполняются в соответствии с календарными планами профилактического осмотра и ремонта оборудования, утверждёнными начальником дистанции сигнализации и связи.

Выполнение профилактических работ должно производиться без нарушения нормальной работы узла дальней связи в целом. В тех случаях, когда выполнение профилактических работ связано с нарушением действия отдельных цепей, рабочих мест или приборов, то их проводят по расписанию в часы наименьшей нагрузки или в часы прекращения работы проверяемого объекта.

Для повышения ответственности технического персонала за состояние линий, оборудования и каналов связи обслуживаемая аппаратура закрепляется за определёнными работниками. При этом линии, оборудование и каналы связи закрепляют для планово-предупредительных осмотров или проверок и для обслуживания во время дежурств по отдельным сменам.

В крупных узлах периодические измерения и регулировки возлагаются на специально выделенную измерительную группу.

Оборудование коммутаторного зала

К ежедневным контрольно-испытательным проверкам коммутаторного оборудования МТС в основном относятся:

а) проверка шнуровых пар и приборов рабочих мест на прохождение вызова, разговора и на действие сигнализации;

б) проверка соединительных, заказных и справочных линий на прохождение вызова, разговора и на действие сигнализации;

в) проверка дальних линий на прохождение вызова и разговора;

г) проверка напряжений источников питания;

д) проверка исправности предохранителей и сигнализации в цепях питания.

Один раз в квартал производят осмотр оборудования коммутаторного зала, заключающийся в проверке состояния оборудования, чистке оборудования от пыли, регулировке пружин реле, ключей, кнопок, гнёзд и других приборов, чистке контактов и т. п. Все дефекты оборудования, обнаруженные при осмотре, должны немедленно устраняться. Регулировка всех деталей производится в соответствии с их паспортными данными. Технические требования к наиболее распространённым деталям указаны в табл. 200.

Таблица 200

Технические требования к основным деталям МТС

Наименование детали	Контактное давление в *г*	Люфт в *мм*	Ход якоря в *мм*	Натяжение пружины якоря в *г*	Штифт якоря в *мм*
Пружины ключей и кнопок	50	—	—	—	—
Гнёзда многократного поля и гнёзда индивидуальные	50	—	—	—	—
Штепсели	—	0,05	—	—	—
Реле постоянного тока	25	0,2	0,7	5	0,2
Реле переменного тока	25	0,2	0,7	—	0,2
Клапаны и бленкеры	25	—	0,75—1	—	—

Периодические измерения станционного оборудования производят один раз в полгода; они состоят из измерений рабочего и переходного затухания в разговорных цепях и из измерения сопротивления изоляции кабелей и монтажа оборудования. Результаты измерений должны удовлетворять основным электрическим нормам, указанным в табл. 201.

Таблица 201

Нормированные значения основных электрических характеристик МТС

Наименование электрической характеристики	Частота тока в *гц*	Нормированное значение
Рабочее затухание, вносимое оборудованием и кабелями МТС	800	$\leq 0{,}1$ *неп*
Рабочее затухание шнуровой пары	800	$\leq 0{,}05$ »
Затухание, вносимое в разговорную цепь при подключении телефона телефонистки для контроля	800	$\leq 0{,}05$ »
Переходное затухание между шнуровыми парами	800	$\geq 8{,}5$ »
Переходное затухание между разговорными цепями	800	$\geq 8{,}5$ »
Сопротивление изоляции между разговорными проводами, между разговорными и сигнальными проводами, а также между любым разговорным или сигнальным проводом и землей	—	≥ 30 *мгом*

Устройства дальней автоматической связи

Ежедневное текущее обслуживание устройств дальней автоматической связи состоит в непрерывном наблюдении за работой оборудования. При этом в основном выполняют следующие работы:

а) проверка частоты тока генераторов тональной частоты;

б) проверка работы групповых искателей дальней связи и МАТС;

в) проверка прохождения набора, разговора и отбоя по каналам дальней связи (через каждые 3 часа);

г) проверка работы соединительных линий со столом заказов, коммутаторами МТС и т. д.;

д) проверка режима питания электронных ламп;

е) измерение остаточного затухания каналов дальней связи при частоте 800 *гц*;

ж) контроль прохождения разговора по каналу (каждые $^1/_2$ часа).

При периодических проверках состояния оборудования дальней автоматической связи в основном производят: один раз в месяц — проверку, чистку и регулировку на рабочих местах искателей и связанных с ними комплектов реле, а также генераторов тональной частоты и плат сигнализации; один раз в год — проверку номеронабирателей абонентских пунктов; один раз в месяц — проверку номеронабирателей коммутаторов и передаточных столов.

Проверкам подвергают все свободные приборы; занятые приборы отмечают и проверяют после освобождения. Перед проверкой прибор должен быть заблокирован от занятия.

Проверки и регулировки приборов производят в соответствии с инструкциями по обслуживанию приборов дальней автоматической связи. Результаты проверок и регулировок должны удовлетворять паспортным данным приборов и требованиям инструкций.

Периодически измеряют следующие основные величины: один раз в месяц — уровни тока управляющих импульсов на исходящих и входящих каналах, оборудованных комплектами тонального набора, и частоты входящих импульсов; один раз в квартал — импульсные коэфициенты входящих и исходящих импульсов тока и один раз в полгода — затухание, вносимое приборами МАТС в разговорные цепи, переходные затухания между разговорными цепями и сопротивления изоляции разговорных и сигнальных цепей.

Измеренные величины уровней управляющих токов не должны отличаться более чем на $\pm 0{,}3$ *неп* от данных, приведёиных в табл. 202.

Частота входящих импульсов тока не должна отличаться более чем на ± 10 *гц* от номинального значения. Измеренная величина импульсного коэфициента должна заключаться в пределах от 1,3 до 1,9.

Затухание, вносимое приборами МАТС в разговорную цепь, не должно превышать 0,1 *неп* при частоте 800 *гц*.

Переходное затухание между разговорными цепями не должно быть меньше 8,5 *неп* при частоте 800 *гц*.

Сопротивление изоляции между разговорными проводами, между разговорными и сигнальными проводами, а также между любым разговорным или сигнальным проводом и землёй должно быть не меньше 30 *мгом*.

Температура и влажность в помещении, где установлены приборы дальней автоматической телефонной связи, должны поддерживаться постоянными. Наиболее благоприятными являются следующие данные: относительная влажность 65% при температуре 18°, 62% при 19°, 58% при 20° и 55% при 21°С.

Таблица 202

Требования к величинам уровней управляющих токов

Тип аппаратуры высокочастотного телефонирования	Уровни в *неп* по напряжению	
	передающая часть	приёмная часть
В-3	−1,5	+0.5
СМТ-34	−1,4	+1,0
ОКС	−0,8	0
МЕ-8	0	+0,4
MG-15/3	−0,8	0

Примечания. 1. При использовании для передачи импульсов тока с частотой выше 800 *гц* уровни должны быть снижены: при частотах 1 200, 1 600, 2 000, 2 400 и 2 800 *гц* соответственно на 0,35, 0,45, 0,57, 0,7 и 0,9 *неп*.

2. При передаче управляющих импульсов токами двух частот, посылаемыми одновременно, наибольшая величина уровня мощности тока каждой частоты должна быть на 0,35 *неп* ниже величин, приведённых в таблице.

Более подробные указания по вопросу технической эксплоатации устройств дальней автоматической телефонной связи см. [63, 32].

Линейно-аппаратный зал

В состав ежедневных контрольных испытаний входят:

а) проверка режима питания аппаратуры и работы электронных ламп;

б) проверка телефониых каналов на прохождение разговора и вызова;

в) измерения остаточного затухания телефонных каналов при частоте 800 *гц*;

г) измереиия псофометрического напряжения шума.

Испытания по пунктам б—г производятся на испытательных стойках.

Кроме того, ежедневно производят внешний осмотр всей аппаратуры *ЛАЗ* с очисткой её внешних поверхностей от пыли, проверку работы переговорно-вызывных устройств и исправности шнуров вводных и испытательных стоек, проверку действия устройств автоматической регулировки уровня и устройств для сигнализации об изменениях уровня.

В планово-предупредительном порядке выполняются следующие работы.

Один раз в месяц производят детальный осмотр аппаратуры дальней и избирательной связи с чисткой, проверкой и регулировкой отдельных её приборов и деталей, включая реле, ключи, кнопки и гнёзда и т. д., проверкой состояния и чисткой контактов, проверкой качества спаек и выправкой монтажа и т. п.

Такой же детальный осмотр коммутационного оборудования *ЛАЗ* производят два раза в год. Состояние приборов защиты на вводных стойках проверяют ежемесячно.

Один раз в квартал производят проверку эмиссии ламп с заменой ламп, имеющих пониженную эмиссию.

Один раз в полгода производят проверку всех измерительных устройств *ЛАЗ* с градуировкой их в случае надобности.

Периодическим измерениям в *ЛАЗ* подвергают физические цепи, оборудование и каналы связи.

Измерение физических цепей производится один раз в месяц по усилительным участкам постоянным и переменным током. При измерении постоянным током определяется сопротивление проводов, асимметрия сопротивления двухпроводных цепей, состояние спаек и сопротивление изоляции между проводами цепей и каждого провода по отношению к земле.

Результаты измерений после соответствующей обработки сравнивают с действующими нормами и с результатами предыдущих измерений.

Один раз в год производят измерения переменным током по усилительным участкам рабочего затухания и входного сопротивления цепей, а также переходного затухания между цепями. Эти измерения производят в пределах полосы частот, передаваемой по испытуемой цепи.

Оборудование связи, установленное в *ЛАЗ*, периодически подвергают контрольным проверкам и регулировкам в соответствии с инструкциями по обслуживанию аппаратуры и в сроки, указанные в этих инструкциях. Основные регулировки для некоторых типов аппаратуры указаны в табл. 171, 175, 184 главы «Дальняя связь».

При периодических измерениях оборудования связи в основном производят измерения, указанные в табл. 203.

Частоты измерительного тока и уровни, подаваемые на вход оборудования, при проведении измерений, указанных в табл. 203, устанавливают в зависимости от типа испытуемого оборудования.

Периодические измерения каналов связи производят в оконечных *ЛАЗ* с целью проверки электрических характеристик отдельных каналов связи.

Эти измерения производят один раз в квартал.

При измерениях каналов тональной и высокой частот определяют частотные характеристики остаточного затухания, амплитудные характеристики и устойчивость.

Измерения частотной зависимости остаточного затухания телефонных каналов производят при подаче на коммутаторные клеммы канала измерительного тока с уровнем, равным 0, и с частотами, указанными в табл. 204.

Таблица 203

Состав и периодичиость измереиий переменным током оборудоваиия дальней связи

Наименование аппаратуры	Измеряемая величина
Оконечные и промежуточные усилители тональной частоты	Частотная характеристика усиления. Регулировочная характеристика. Амплитудная характеристика. Балансное затухание
Оконечные установки высокочастотного телефонирования	Частотная характеристика передающей части. Амплитудная характеристика передающей части. Частотная характеристика приёмной части. Амплитудная характеристика приёмной части. Диаграмма внутренних уровней передачи
Промежуточные усилители высокочастотного телефонирования для обоих направлений передачи	Частотная характеристика усиления. Регулировочная характеристика. Амплитудная характеристика. Диаграмма внутренних уровней передачи

Примечание. Периодичность измерений—один раз в полгода.

Амплитулные характеристики снимают при частоте 800 *гц* и при подаче на вход испытуемого канала следующих уровней передачи: — 1,5; —1,0; —0,5; 0; + 0,2; + 0,4; + 0,6; +0,8; +1,0 *неп*.

Устойчивость каналов измеряется при частоте 800 *гц*.

Измерения станционных заземлений производят один раз в год.

ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

При обслуживании устройств в узлах дальней связи руководствуются основными указаниями по технике безопасности, приведёнными в главе «Местная телефонная связь» данного тома.

Таблица 204

Частоты измерительиого тока, прнменяемые при измерениях частотной характеристики остаточного затухания

Полоса эффективно передаваемых частот в *гц*	Частота в *кгц*																	
300—2 000	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	—	—	—	—	—	—
300—2 400	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	—	—	—	—
300—2 700	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	—	—	—
300—3 400	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4

РАДИОТЕХНИКА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ТЕКСТЕ И НА ЧЕРТЕЖАХ

Кн — кнопка
Тн — тангента
НП — ножная педаль
ВК — вызывная кнопка
КАВ — кнопка аварийного вызова
КО — кнопка отбоя
КС — кнопка соединения
ВБ — вызывная батарея
БПУ — батарея прямого управления
ЛС — лампа сигнальная
МПР — реле, меняющее полярность
РС — реле соединения
РАС — реле автоматического соединения
РВ — реле включения
РП — реле переключения
РУ — реле управления
РО — реле отбоя
РК — реле контроля

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

7 мая 1895 г. русский учёный Александр Степанович Попов продемонстрировал на заседании Русского физико-химического общества первый в мире радиоприёмник.

Этот день является днём рождения радио. В ознаменование этой исторической даты в нашей стране установлен «День радио», который ежегодно отмечается 7 мая.

В 1897 г. после доклада А. С. Попова «О телеграфировании без проводников» впервые в мире был поставлен вопрос о возможности применения радиотехники на железнодорожном транспорте. Первая практическая радиосвязь, организованная А. С. Поповым, была связь между кораблём и берегом.

Широкое развитие радиотехники началось только после Великой Октябрьской революции. Декрет Совнаркома, подписанный В. И. Лениным, «О централизации радиотехнического дела» послужил началом советского радиостроительства. Вторым декретом о радио, подписанным В. И. Лениным, было «Положение о радиолаборатории и мастерской НКП и Т», которое предусматривало организацию Нижегородской радиолаборатории — первого советского научно-исследовательского института в области радиотехники. Работы советских учёных в Нижегородской радиолаборатории имели большое значение для дальнейшего развития радиотехники. В 1922 г. руководитель Нижегородской радиолаборатории проф. М. А. Бонч-Бруевич по заданию В. И. Ленина построил в Москве первую, в то время наиболее мощную в мире, радиовещательную станцию имени Коминтерна. С тех пор количество радиостанций в нашей стране и их мощность непрерывно растут. Особенно большое развитие получила радиотехника в годы сталинских пятилеток. По указанию товарища Сталина была создана мощная отечественная радиопромышленность. По основным качественным показателям и по бесперебойности работы советская радиосвязь занимает первое место в мире.

В области техники радиопередающих и радиоприёмных устройств важнейшими являются работы акад. А. И. Берга, члена-корреспондента Академии наук А. Л. Минца и проф. В. И. Сифорова. Основные положения теории антенн были разработаны акад. М. В. Шулейкиным и членом-корреспондентом Академии наук А. А. Пистолькорсом. В области распространения радиоволн ведущие работы принадлежат проф. М. А. Бонч-Бруевичу, акад. Б. А. Введенскому и члену-корреспонденту Академии наук А. Н. Щукину.

Бурное развитие радио в нашей стране создало все предпосылки для широкого использования его на железнодорожном транспорте, так как в ряде случаев радиосвязь имеет большие технические и эксплуатационные преимущества перед проводной связью.

Одним из преимуществ радиосвязи является возможность связи с машинистами маневровых и поездных паровозов во время движения, когда проводная связь принципиально невозможна. В настоящее время на железнодорожном транспорте нашли широкое применение радиосредства различных видов, начиная от усилительной аппаратуры для громкоговорящей связи и кончая приёмно-передающими радиостанциями, работающими в диапазоне ультракоротких волн.

По оснащённости радиосвязью железнодорожный транспорт Советского Союза занимает первое место в мире.

ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В радиотехнике используют электромагнитные колебания, частота которых лежит примерно в пределах от 10^4 до 10^{10} *гц*. Зависимость между частотой, периодом колебаний и длиной волны указана в табл. 205.

Таблица 205

Зависимость между частотой, периодом колебаний и длиной волны

Наименование понятия	Обозначение	Определение	Связь с другими величинами
Частота	f	Число периодов в 1 сек.	$f = \frac{1}{T} = \frac{c}{\lambda}$
Круговая частота	ω	—	$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$
Период	T	Продолжительность одного колебания в сек.	$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega}$
Длина волны в *м*	λ	Расстояние, на которое распространяется электромагнитная энергия за время одного периода	$\lambda = c\,T = \frac{c}{f}$, где $c = 3 \times 10^8$ *м/сек* — скорость распространения электромагнитной энергии

В радиотехнике для получения переменного тока высокой частоты используют нестационарный процесс в колебательном контуре.

Колебательным контуром называют замкнутую электрическую цепь, состоящую из последовательного соединения индуктивности L, ёмкости C и омического сопротивления r при условии, что $r < \sqrt{\frac{L}{C}}$.

Период колебаний T, устанавливающихся в колебательном контуре,

$$T = 2\pi \sqrt{LC}.$$

Качество колебательного контура определяется его добротностью $Q = \frac{\omega L}{r}$. Контуры, используемые в радиотехнических устройствах, имеют добротность в пределах $50 \div 200$.

Зависимость между длиной волны и частотой приведена в табл. 206 (ОСТ 7768).

Таблица 206

Зависимость между длиной волны и частотой

f гц	λ м	Название волн
$< 10^5$	$> 3\,000$	Длинные
$10^5 \div 15 \cdot 10^5$	$3\,000 \div 200$	Средние
$15 \cdot 10^5 \div 6 \times 10^6$	$200 \div 50$	Промежуточные
$6 \cdot 10^6 \div 3 \times 10^7$	$50 \div 10$	Короткие
$3 \cdot 10^7 \div 3 \times 10^8$	$10 \div 1$	Метровые
$3 \cdot 10^8 \div 3 \times 10^9$	$1 \div 0{,}1$	Дециметровые
$3 \cdot 10^9 \div 3 \times 10^{10}$	$0{,}1 \div 0{,}01$	Сантиметровые

Примечание. Волны короче 10 м называются также ультракороткими.

Условия распространения волн различных диапазонов отличаются друг от друга; поэтому каждый диапазон волн имеет свою область применения.

Длинные волны применяются иногда для дальней радиотелеграфной связи, средние для радиовещания. Промежуточные волны применяются для связи на небольшие расстояния (несколько десятков или нескольких сотен километров), в частности, для внутристанционной и поездной радиосвязи. Короткие волны находят применение для передачи сигналов на большие расстояния (несколько сотен или тысяч километров), в частности, для связи со снегоочистительными поездами. Ультракороткие волны используются для связи в пределах прямой видимости. Волны метрового диапазона применяются также для внутристанционной радиосвязи и для телевидения. Дециметровые и сантиметровые волны используются для создания радиолиний многоканальной связи с ретрансляциями и радиолокации.

Чем короче волны, тем большее количество радиостанций может одновременно работать в данном диапазоне волн без взаимных помех.

Классификация линий радиосвязи приведена в табл. 207.

К линиям радиосвязи предъявляются следующие основные требования. Линия радиосвязи должна быть надёжной и устойчивой, обеспечивая уверенную связь в течение заданного отрезка времени, иногда в течение круглых суток.

В ряде случаев предъявляется требование беспоискового вхождения в связь и бесподстроечного её поддержания.

К радиотелеграфной линии связи часто предъявляется требование большой пропускной способности, так как повышение скорости передачи выгодно с точки зрения уменьшения эксплоатационных расходов.

Для увеличения эффективности использования магистральной линии радиосвязи желательно введение автоматизации процессов передачи и приёма и применение телеуправления некоторыми элементами радиооборудования. Эффективность использования радиоканала может быть иногда повышена, если имеется возможность соединить линию радиосвязи с проводной линией связи. Поэтому к некоторым радиолиниям предъявляется требование устойчивости при работе в комплексной радиопроводной системе связи. Экономическая целесообразность строительства линии радиосвязи определяется стоимостью сооружения и эксплоатации.

ЭЛЕКТРОННЫЕ И ИОННЫЕ ПРИБОРЫ

Общие сведения

Электронной лампой называется устройство, состоящее из нескольких электродов, заключённых в стеклянный или металлический баллон, в котором воздух разрежен до малого давления. В каждой электронной лампе один из её электродов является источником потока электронов, возникающего вследствие нагревания этого электрода; он имеет форму тонкой проволоки (нити) и носит название *катода*. Процесс выделения электронов называется *термоэлектронной эмиссией*.

Катоды электронных ламп. Основным материалом для изготовления простых (однородных) катодов служит вольфрам. Большое распространение имеют *активированные* катоды; их получают обработкой вольфрама щёлочно-земельными металлами — торием, барием, а также покрытием никелевой или вольфрамовой основы окисью бария, стронция и кальция (оксидные катоды). Активированные катоды работают при более низких температурах, чем чисто вольфрамовые, и поэтому более экономичны. Параметры катодов различных типов приведены в табл. 208. Различают катоды прямого накала и *подогревные*. Первые применяются преимущественно при питании накала постоянным током, вторые — переменным.

Значительная часть электронов, выделяемых катодом, образует вокруг последнего электронную оболочку, несущую на себе отрицательный заряд; такое состояние среды вокруг катода называется *пространственным зарядом*.

Таблица 207

Классификация линий радиосвязи

Признак классификации	Виды линий радиосвязи	
Направление обмена	Односторонние (радиовещание и телевидение) Двусторонние	
Род работы (вид передаваемого сигнала)	Телеграфные	Передача кодом Морзе
		Передача кодом Бодо
	Телефонные	Радиовещание
		Радиотелефония
	Фототелеграфные	Передача чёрно-белого изображения
		Передача полутоновая
	Телевизионные	
	Телемеханические (управление механизмами)	
Характер связи (способ организации связи)	Симплексные	Приём и передача происходит по очереди, с переключением, например при помощи тангенты
	Дуплексные	Возможность передачи во время приёма
Диапазон используемых волн	См. табл. 206 (ОСТ 7768)	
Способ использования линий связи	Одноканальные	
	Многоканальные	
Способ передачи сигнала	Непосредственные	Наличие оборудования только в конечных пунктах линии связи
	Ретрансляционные	Наличие промежуточных пунктов для переприема вдоль трассы связи

Таблица 208

Рабочие параметры простых и активированных катодов

Типы катодов	Рабочая температура в °С	Удельная эмиссия в *ма/см²*	Экономичность в *ма/вт*	Срок службы в час.
Простые				
Вольфрамовые	2 200 ÷ 2 400	300 ÷ 700	4 ÷ 14	800 ÷ 1 000
Активированные				
Карбидированные	1 680 ÷ 1 800	700 ÷ 1 500	50 ÷ 70	500 ÷ 600
Торированные	1 530 ÷ 1 630	300 ÷ 800	30 ÷ 50	800 ÷ 1 000
Оксидные	730 ÷ 880	150 ÷ 500	60 ÷ 150	1 500 ÷ 2 000
Барированные	580 ÷ 630	300 ÷ 800	70 ÷ 120	1 200 ÷ 1 500

Анод электронной лампы. Анод является вторым электродом электронной лампы; материалами анода служат никель, молибден, тантал, а в лампах с водяным охлаждением, предложенных в 1927 г. М. А. Бонч-Бруевичем, также медь. Для образования между электродами электрического поля, необходимого для перемещения электронов от катода к аноду, к последнему прикладывается положительный потенциал относительно катода, для чего используется источник постоянного анодного напряжения.

Электроны, достигающие в своём движении анода, являясь носителем заряда, в то же время отдают материалу анода свою кинетическую энергию, переходящую при этом в тепловую. Количественно этот процесс характеризуется мощностью рассеяния на аноде.

Для каждого типа лампы в зависимости от материала анода устанавливается предельная допустимая мощность рассеяния (табл. 209), превышение которой влечёт за собой размягчение и расплавление анода.

Таблица 209

Допустимая мощность рассеяния на аноде

Материал анода	Удельная нагрузка в *вт/см²*
Никель белый	0,5 ÷ 1,5
» чернёный	2,3 ÷ 4,2
Молибден	4 ÷ 6
Тантал	7 ÷ 9
Медь (с водяным охлаждением)	25 ÷ 30

В конструктивном отношении большинство электронных ламп выполняется в форме баллона, внутри которого помещаются электроды. Баллон скрепляется с цоколем, на котором располагаются выводы электродов в виде штырьков. В баллоне создаётся вакуум, доходящий до 10^{-8} *мм* ртутного столба. Вакуум необходим для устранения столкновений перемещающихся в лампе электронов с молекулами газа. При несовершенном вакууме величина анодного тока весьма неустойчива. Ухудшение вакуума при попадании в баллон газа выводит лампу из строя.

Электронные лампы в зависимости от назначения могут иметь несколько электродов (катод, анод, несколько сеток и т. п.). Кроме того, в зависимости от назначения, параметров и конструкции лампам присваивается условное наименование (марка). С 1950 г. эти наименования определяются общесоюзным стандартом ГОСТ 5461-50. В основу маркировки по этому ГОСТ положен принцип последовательного составления наименования ламп и других приборов, образуемого из сочетания трёх, четырёх или пяти элементов (букв и цифр), значения которых указаны в табл. 210.

Таблица 210

Наименование электровакуумных приборов по ГОСТ 5461-50

Элемент наименования	Группа электровакуумных приборов	Условное обозначение
Первый	Лампы приёмные, усилительные и малые выпрямительные	Цифра, указывающая напряжение накала в *в*
	Лампы генераторные для длинных, средних и коротких волн (для частот не выше 25 *мгц*)	ГК
	То же для ультракоротких волн (для частот не выше 600 *мгц*)	ГУ
	То же для сантиметровых волн (для частот выше 600 *мгц*)	ГС
	Лампы модуляторные	ГМ
	Кенотроны	В
	Газотроны с газовым наполнением	ГГ
	Газотроны с парами ртути	ГР
	Тиратроны с газовым наполнением	ТГ
	Тиратроны с парами ртути	ТР
	» » холодным катодом	ТХ
	Фотоэлементы	Ф
	Магнетроны	М
	Клистроны	К

Продолжение табл. 210

Элемент наименования	Группа электровакуумных приборов	Условное обозначение
Второй	Диоды	Д
	Двойные диоды	Х
	Триоды	С
	Двойные триоды	Н
	Тетроды	Э
	Пентоды низкой частоты и лучевые тетроды	П
	Пентоды высокой частоты и лучевые тетроды с удлинённой характеристикой	К
	То же с короткой характеристикой	Ж
	Частотно-преобразовательные лампы с двумя управляющими сетками	А
	Триоды с одним или двумя диодами	Г
	Пентоды с одним или двумя диодами	Б
	Триоды-пентоды	Ф
	Кенотроны малые	Ц
	» мощные, газотроны и тиратроны	Порядковый номер типа
	Фотоэлементы с цезиевым катодом	Ц
	То же с сурьмяно-цезиевым катодом	С
	Генераторные и модуляторные лампы, магнетроны и клистроны	Не имеют
Третий	Все приборы, кроме газотронов, тиратронов и мощных кенотронов	Заводский номер типа
Четвёртый	Лампы приёмно-усилительные и маломощные кенотроны:	
	типа «Жёлудь»	Ж
	диаметром 6 *мм*	А
	» 10 »	Б
	» 4 »	Р
	с замковым цоколем	Л
	пальчикового типа	П
	с дисковыми впаями	Д
	стеклянный баллон	С
	металлический баллон	Без буквы
	Лампы генераторные:	
	с водяным охлаждением	А
	» воздушным охлаждением	Б

Примечание. К первому элементу наименования импульсных ламп добавляется буква И.

Диод

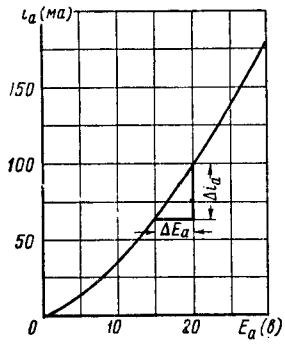
Диодом называется электронная лампа, содержащая два электрода — катод и анод. Каждая схема с применением диода имеет две цепи: цепь накала и цепь анода, соединённые между собой в общей точке, относительно которой отсчитываются потенциалы на электродах электронной лампы.

Характеристики и параметры. Зависимость анодного тока от величины анодного напряжения, выраженная графически, называется характеристикой диода. По характеристике определяют параметры диода (фиг. 266).

Основным параметром диода является внутреннее сопротивление

$$R_i = \frac{dE_a}{di_a} \approx \frac{\Delta E_a}{\Delta i_a} \; ом.$$

Практически величина внутреннего сопротивления диода выражается сотнями *ом*. Обратная величина внутреннего сопротивления носит название крутизны характеристики.



Фиг. 266. Характеристика диода 5Ц4С

Основные данные некоторых диодов приведены в табл. 211.

Область применения. Диоды применяются для выпрямления переменного тока и для детектирования. Диоды, используемые для выпрямления, носят название кенотронов. Кенотроны для напряжений ниже 1,5 *кв* и небольших мощностей изготовляются с двумя анодами, представляя собой два диода в одном баллоне.

Благодаря односторонней проводимости кенотроны в выпрямительных схемах должны выдерживать напряжение, несколько превышающее полное напряжение источника (трансформатора). Устанавливаемое заводом-изготовителем предельное значение напряжения, приложенного между анодом и катодом, при котором ещё не происходит пробоя, называется допустимым обратным напряжением $U_{обр}$.

Триод

Триод имеет три электрода: катод, анод и сетку.

Для управления анодным током на сетку подают некоторое напряжение относительно общей точки (катода); при этом положительно заряженная сетка увеличивает анодный ток, а отрицательно заряженная уменьшает его.

Характеристики и параметры. Параметрами триода, определяемыми по семейству характеристик (фиг. 267), являются:

крутизна характеристики

$$S = \frac{di_a}{de_g} \approx \frac{\Delta i_a}{\Delta e_g} \; ма/в;$$

внутреннее сопротивление

$$R_i = \frac{dE_a}{di_a} \approx \frac{\Delta E_a}{\Delta i_a} \; ом;$$

коэфициент усиления

$$\mu = \frac{dE_a}{de_g} \approx \frac{\Delta E_a}{\Delta e_g}.$$

В некоторых случаях применяют параметр, обратный по величине коэфициенту усиления.

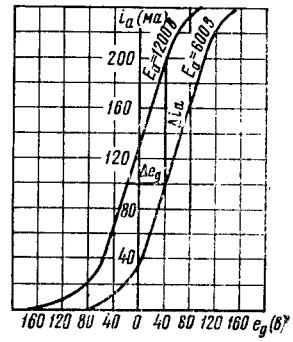
Проницаемость

$$D = \frac{1}{\mu} = \frac{de_g}{dE_a}.$$

Параметры триода связаны между собой следующим соотношением:

$$SR_i D = 1.$$

Зависимость анодного тока триода от напряжений на сетке и аноде выражается основным уравнением анодного тока, имеющим вид:



Фиг. 267. Характеристики триода М-80

$$i_a = S\,[e_g + D\,(E_a - E_{a_0})], \qquad (1)$$

где E_{a_0} — параметр лампы, называемый напряжением анодного приведения; при этом значении анодного напряжения и нулевом напряжении на сетке анодный ток равен нулю.

Область применения. Триоды используются для усиления, детектирования и генерирования.

В зависимости от назначения триоды подбираются со средними значениями параметров, указанными в табл. 212.

Основные данные триодов некоторых типов приведены в табл. 213.

Трёхэлектродной лампе свойственны следующие недостатки:

1) значительные междуэлектродные ёмкости, ограничивающие усиление напряжения высокой частоты;

2) малые значения коэфициента усиления μ и внутреннего сопротивления R_i;

Таблица 211

Паспортные и эксплоатационные данные некоторых диодов

Марки		Число анодов	Катод	$U_н$ в *в*	$I_н$ в *а*	$I_{a\,max}$ в *ма*	$U_{обр}$ в *в*	R_i в *ом*	P_a в *вт*	Основное назначение
старая	новая									
5Ц4С	5Ц4С	2	Оксидный, подогревный	5,0	2,0	375	1 400	166	8	Выпрямление
5U4C	5Ц3С	2	Оксидный, прямого накала	5,0	3,0	675	1 550	230	14	То же
30Ц1М	30Ц1	1	Оксидный, подогревный	30,0	0,3	500	500	200	12	»
30Ц6С	30Ц6С	2	То же	30,0	0,3	250	700	180	10	»
ВО-183	—	2	Оксидный, прямого накала	4,0	2,1	500	1 400	100	8	»
ВО-188	—	2	То же	4,0	2,3	500	1 300	200	8	»
ВО-230	—	1	»	4,0	0,7	300	900	220	3	»
В-27/800	—	1	Вольфрам	16,0	10,5	800	27 000	670	400	»
6×6	6Х6С	2	Оксидный, подогревный	6,3	0,3	48	100	500	0,5	Выпрямление и детектирование

3) невысокий коэфициент полезного действия в схеме усиления мощности.

Таблица 212

Средние значения параметров триода

Назначение	S в $ма/в$	R_i в $ком$	μ
Усиление напряжения . .	1 ÷ 3	20÷100	20÷100
Мощное усиление	2 ÷ 15	0,5 ÷ 5	4÷ 15
Генерирование	2 ÷ 5	20 ÷ 40	40÷200

Тетрод

Тетрод — четырёхэлектродная лампа, называемая также экранированной, имеет катод, анод и две сетки: управляющую и экранирующую. Первая из них расположена ближе к катоду. Экранирующая сетка экранирует анод от управляющей сетки и катода, благодаря чему в тетроде почти полностью устраняется основной недостаток триода — большая ёмкость между анодом и управляющей сеткой. Наличие второй сетки уменьшает проницаемость D; коэфициент усиления тетрода μ значительно больше, чем в триоде.

Основные данные некоторых тетродов указаны в табл. 214.

Существенным недостатком тетрода является динатронный эффект, заключающийся в выбивании из анода вторичных электронов первичными электронами, движущимися к аноду. Динатронный эффект вызывает резкое искажение характеристик тетрода; последнее в значительной мере ограничивает область применения тетрода. Анодный ток тетрода, как функция напряжений на управляющей и экранной сетках и на аноде, определяется тем же выражением (1), что и для триода.

Тетроды находят ограниченное применение в качестве усилительных ламп в генераторных схемах.

Пентоды и лучевые тетроды

Пентодом называется пятиэлектродная лампа, имеющая управляющую, экранирующую и защитную или антидинатронную сетку; назначением последней является устранение динатронного эффекта. Пентод

Таблица 213

Паспортные данные некоторых триодов

Марки		Катод	$U_н$ в $в$	$I_н$ в $а$	E_a в $в$	S в $ма/в$	μ	R_i в $ком$	P_a в $вт$	Назначение
старая	новая									
955	6С1Ж	Подогревный	6,3	0,15	250	1,6	25	15,6	1,6	Усиление на сверхвысоких частотах
ТО141	—	Оксидный, прямого накала	2,5	1,0	160	2,3	23,5	10	3,0	Усиление низкой частоты
ТО142	—	То же	2,5	1,0	300	2,2	11,5	5,2	6,0	То же
УО-186	—	»	4	1,0	250	3,2	4	1,2	1,5	»
6С5	6С5	Подогревный	6,3	0,3	250	2	20	10	2,6	Детектирование, усиление, маломощное генерирование
6Ф5С	6Ф5	То же	6,3	0,3	250	1,5	100	66	0,4	Усиление
УБ240	—	Бариевый, прямого накала	2,0	0,12	120	1,55	22	13	0,6	То же и детектирование
6Н7С	—	Подогревный	6,3	0,8	300	3,1	35	11,3	1×2	Двойной триод, усиление низкой частоты
6Н8М	6Н8С	То же	6,3	0,6	250	2,6	20	7,7	2,5×2	
ГК36	—	Карбидированный прямого накала	5,6	0,85	750	1,7	60	35	20	Генерирование
ГД200	—	Вольфрам	11	6,3	3 000	2,4	85	35	150	То же
М-80	—	То же	11	3,5	1 200	1,5	10,5	7	80	Усиление мощности

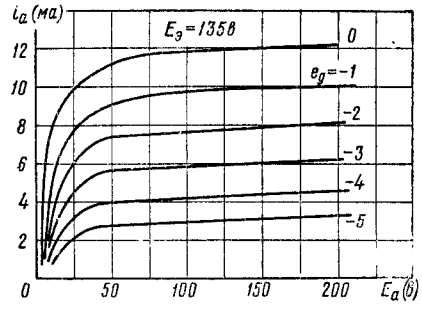
Таблица 214

Паспортные данные некоторых тетродов

Марки		$U_н$ в $в$	$I_н$ в $а$	E_a в $в$	$E_э$ в $в$	S в $ма/в$	μ	R_i в $ком$	P_a в $вт$	C_{a-c} в $мкмкф$	Основное назначение
старая	новая										
Со245	—	1,8	0,32	160	80	1,8	540	300	1,3	0,05	Усиление высокой частоты
Со154	—	2,0	0,11	160	80	1,25	500	400	1,0	0,05	
Со147	—	4,0	0,15	160	80	1,6	350	220	2,0	0,04	
ГКЭ20	—	4,0	1,7	750	150	2,5	300	120	20	0,05	
ГКЭ100	—	11	2,0	1 500	250	2,5	225	90	80	0,06	Генерирование
ГКЭ150	—	11	6,3	3 000	500	2,0	250	125	100	0,04	
ГКЭ500	—	15	17	6 000	500	3,0	300	100	600	0,05	

обладает малой ёмкостью между анодом и управляющей сеткой. Наличие трёх сеток уменьшает проницаемость D; коэфициент усиления пентода μ имеет большую величину.

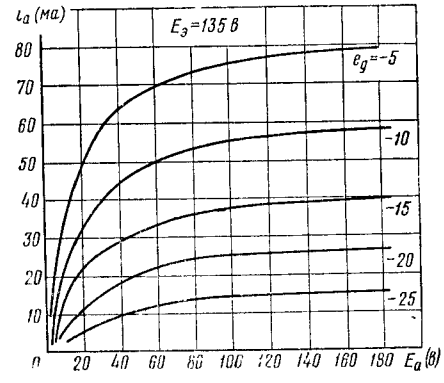
Анодный ток, как функция напряжения на сетках и на аноде, определяется тем же выражением (1), что и для триода, с тем условием, что значение E_{a0} является функцией напряжений на экранной и защитной сетках.



Фиг. 268. Характеристики высокочастотного пентода ТО1

Большое внутреннее сопротивление пентода R_i является при усилении высокой частоты положительным качеством лампы, так как уменьшает шунтирующее действие последней на колебательный контур.

По конструкции и параметрам различают пентоды для усиления высокой частоты и для усиления низкой частоты (фиг. 268 и 269).



Фиг. 269. Характеристики низкочастотного пентода ТО2

Основные данные некоторых пентодов приведены в табл. 215.

Таблица 215

Паспортные данные некоторых пентодов

Марки		$U_н$ в в	$I_н$ в а	E_a в в	$E_э$ в в	S в ма/в	μ	R_i в ком	P_a в вт	C_{a-c} в мкмкф
старая	новая									
Пентоды для усиления высокой частоты										
6К7	6К7	6,3	0,3	250	100	1,45	1 200	830	2,25	0,005
6Ж7	6Ж7	6,3	0,3	250	100	1,2	1 200	1 000	0,75	0,006
6SK7	6К3	6,3	0,3	250	100	2	1 600	800	4	0,003
6Sj7	6Ж3	6,3	0,3	250	100	1,65	2 500	1 500	2,5	0,005
6SG7	6К4	6,3	0,3	250	125	4,7	4 200	900	3,0	0,003
6АС7	6Ж4	6,3	0,45	300	150	9,0	9 000	1 000	3,02	0,015
2Ж2М	2Ж2	2,0	0,06	120	70	0,8	1 200	1 500	0,5	0,02
2К2М	2К2	2,0	0,06	120	70	0,95	950	1 000	0,5	0,02
Z62Д	6Ж6С	6,3	0,5	250	100	7,5	15 000	2 000	2,5	0,03
1К1П	1К1П	1,2	0,06	90	45	0,75	560	750	1,5	0,01
6АЖ5	6Ж3П	6,3	0,3	250	150	5,0	4 000	800	2,0	0,025
—	ТО1	9 ÷ 11	0,32	250	180	1,6 ÷ 2,1	800÷1 000	500	1,9	0,04
—	ТО3	6,7 ÷ 8	0,425	250	180	1,6 ÷ 2,1	800÷1 000	500	1,9	0,04
Пентоды для усиления сверхвысокой частоты										
954	6Ж1Ж	6,3	0,15	250	100	1,5	1 800	1 200	1,2	0,02
956	6К1Ж	6,3	0,15	250	100	1,8	1 260	700	1,7	0,007
Пентоды для усиления низкой частоты										
—	ТО2	9 ÷ 11	0,64	200	150	2,5 ÷ 3,2	75 ÷ 96	30	8	0,5
—	ТО4	6,7 ÷ 8	0,85	200	150	2,5 ÷ 3,2	75 ÷ 96	30	8	0,5
Со244	—	2,0	0,185	120	120	1,8	270	150	1,5	0,5
Со258	—	1,8	0,32	160	120	2	160	80	2	0,5
6G6	6П4	6,3	0,3	180	180	2,3	400	175	2,75	0,5
6Ф6	—	6,3	0,7	250	250	2,5	200	78	10	0,6
Пентоды для генерирования										
СО257	—	2,0	0,275	200	100	1,8	200	110	2,5	0,06
Г-411	—	10/20	0,6/0,3	400	250	5,5	110	20	20	0,3
Г-413	—	10/20	1,0/0,5	750	250	4,7	375	80	40	0,22
Г-414	—	10/20	3,0/1,5	1 500	350	6,0	450	67	100	0,2
Г-440	—	20	3,0	1 400	400	4,2	250	60	125	0,15
Г-425	—	20	22,0	4 000	1 500	4,0	400	100	750	0,15

Лучевым тетродом называется тетрод с особой системой взаимного расположения сеток, при которой достигается лучевидная форма электронного потока, исключающая влияние динатронного эффекта на форму характеристики лампы. По сравнению с пентодами лучевые тетроды для усиления низкой частоты имеют лучшую форму анодных характеристик и меньший ток экранной сетки; значения коэфициента усиления и внутреннего сопротивления в лучевом тетроде меньше, нежели в пентоде. Основные данные некоторых лучевых тетродов приведены в табл. 216.

Для целей усиления и генерирования пентоды являются наиболее совершенными современными лампами, благодаря чему в современных схемах приёмников, а также передающих устройств пентоды широко используются. Лучевые тетроды применяются для усиления мощности низкой частоты.

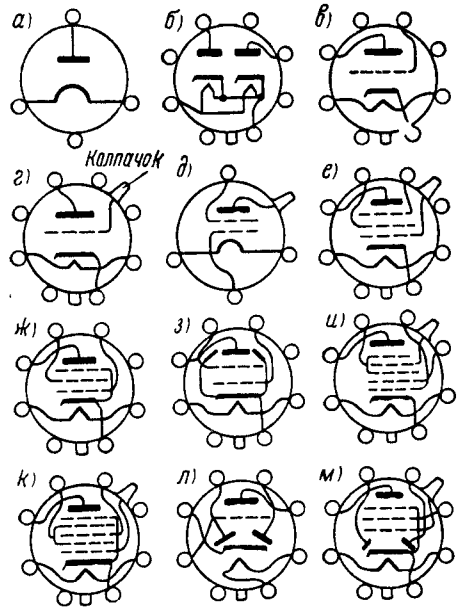
Лампы с двойным управлением

В супергетеродинных схемах радиоприёмников оказывается необходимым воздействовать (управлять) на анодный ток лампы двумя независимыми напряжениями. С этой целью используются лампы с двумя управляющими сетками. К ним относятся гептод и пентагрид.

Гептод представляет семиэлектродную (пятисеточную) лампу (фиг. 270, *к*), снабжённую второй управляющей сеткой.

Пентагрид является пятисеточной (семиэлектродной) лампой (фиг. 270, *и*), представляющей собой сочетание триода с тетродом.

Гептод и пентагрид применяются для преобразования частоты; в числе параметров этих ламп (табл. 217) имеется крутизна преобразования $S_{пр}$, представляющая собой отношение амплитуды анодного тока преобразованной частоты к амплитуде напряжения, подведённого к управляющей сетке.



Фиг. 270. Схемы и цоколевки ламп: *а*—одноанодный диод ВО230 (В360); *б*—двойной диод 5Ц4С; *в*—триоды 6С5 и 6С2С; *г*—триод 6Ф5: *д*—тетрод СБ147; *е*—пентоды высокой частоты 6Ж6С, 6Ж7, 6К7; *ж*—пентод низкой частоты 6Ф6; *з*—лучевые тетроды 6П3С, 6П6С, 6Л6, 12П4С, 25П1С, 30П1С; *и*—пентагрид 6А8; *к*—гептод 6Л7; *л*—двойной диод и триод 6Г2; *м*—двойной диод и пентод 6Б8С

Комбинированные лампы

Комбинированными называются лампы, в баллоне которых размещено более одной системы электродов; во многих конструкциях таких ламп катод является общим (фиг. 270, *л*). Основные данные комбинированных ламп приведены в табл. 218.

Таблица 216

Паспортные данные некоторых лучевых тетродов

Марки		$U_н$	$I_н$	$E_а$	$E_э$	S	μ	R_i	$P_а$	$C_{а-с}$
старая	новая	в *в*	в *а*	в *в*		в *ма/в*		в *ком*	в *вт*	в *мкмкф*
6Л6	6Л6	6,3	0,9	250	250	6	135	22,5	20	0,4
6П3	6П3С	6,3	0,9	250	250	6	150	25	20,5	1,0
6V6	6П6С	6,3	0,45	250	250	4,1	220	52	12	0,7
12А6	12П4С	12,6	0,15	250	250	3	210	70	7,5	0,3
25П1С	25П1С	25	0,3	110	110	8,5	85	10	10	2
30П1М	30П1С	30	0,3	110	110	9	270	30	7	1,5

Таблица 217

Паспортные данные некоторых ламп с двойным управлением

Марки		Тип	$U_н$	$I_н$	$E_а$	$E_э$	S	$S_{пр}$	R_i
старая	новая		в *в*	в *а*	в *в*		в *ма/в*		в *ком*
6А8	6А8	Пентагрид	6,3	0,3	250	100	1,3	0,51	360
6SA7	6А7	Пентагрид	6,3	0,3	250	100	—	0,45	1 000
1А1П	1А1П	Пентагрид	1,2	0,06	45	45	—	0,235	600
СБ242	—	Пентагрид	2,0	0,16	120	70	0,85	0,45	150
6Л7	6Л7	Гептод	6,3	0,3	250	100	1,1	0,35	1 000

Таблица 218

Паспортные данные некоторых комбинированных ламп

Марки		Тип	$U_н$ в *в*	$I_н$ в *а*	E_a в *в*	$E_э$ в *в*	S в *ма/в*	μ	R_i в *ком*
старая	новая								
6SR7	6Г1	Двойной диод и триод	6,3	0,3	250	—	1,9	16	8,5
6SQ7	6Г2	То же	6,3	0,3	250	—	1,1	100	91
6Г7	6Г7	» »	6,3	0,3	250	—	1,2	70	58
12SQ7	12Г2	» »	12,6	0,15	250	—	1,1	100	91
6B8M	6Б8С	Двойной диод и пентод	6,3	0,3	250	125	1,12	670	600
CO243	—	Двойной триод . .	2,0	0,24	120	—	2,1	32	16
832	ГУ-32	Двойной тетрод . .	6,3	1,6	500	200	3,5	167	49

Преимуществами комбинированных электронных ламп являются экономия в объёме и весе устройств, использующих эти лампы, и частичная экономия в питании ламп.

Недостатками комбинированных ламп являются паразитная межэлектродная ёмкость, создающая нежелательные связи между элементами схемы в эксплоатации, и усложнение конструкции при производстве.

Комбинированные лампы могут быть применены во всех схемах, где используются обычные лампы.

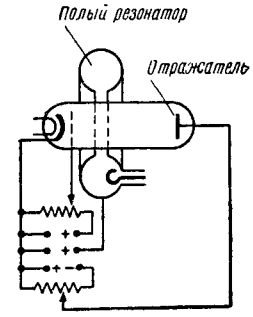
Лампы для сверхвысоких частот

Применение электронных ламп на частотах более $3 \cdot 10^7$ *гц*, называемых сверхвысокими, связано с рядом затруднений в нормальном использовании ламп. Затруднения вызываются следующими причинами: значительным увеличением диэлектрических потерь в элементах конструкции лампы, влиянием межэлектродных ёмкостей и индуктивностей вводов на образование паразитных связей и возникновением добавочных потерь в динамическом режиме в цепи сетки. Перечисленные причины делают лампу менее эффективной по мере увеличения частоты усиливаемых или генерируемых ею колебаний. Преодоление трудностей в использовании ламп на сверхвысоких частотах ведётся двумя путями: разработкой улучшенных конструкций существующих ламп и использованием новых принципов в специальных лампах для сверхвысоких частот.

К лампам новых конструкций относятся лампы типа «Жёлудь», «Миниатюрные», телевизионные, «Маячковые», металлокерамические и типа ГУ; в основу их конструкции положены стремления уменьшить время пролёта электронов от катода до управляющей сетки и анода, индуктивности вводов и диэлектрические потери в изолирующих материалах. Лампы, в основу которых положены новые принципы, носят название клистронов и магнетронов.

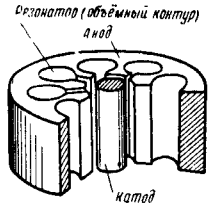
Для уменьшения межэлектродных ёмкостей в лампах для сверхвысоких частот применяются электроды малых размеров. Для уменьшения потерь применяется бесцокольная система разнесённых выводов, что также уменьшает ёмкость между ними. Катодные выводы выполняются или в виде нескольких коротких параллельных проводников или в форме диска. В качестве материалов для баллона лампы и её внутренних элементов конструкции применяются кварцевое стекло и керамика (радиофарфор), обладающие малым углом потерь.

Клистроном называется многоэлектродная электронная лампа, предназначенная для генерирования колебаний сверхвысокой частоты небольшой мощности. Конструктивно клистрон выполняется в виде сочетания лампы и колебательной системы; в качестве последней применяются полые (объёмные) резонаторы. Наиболее распространённым является отражательный клистрон. В процессе прохождения электронного потока через электроды к отражателю (фиг. 271) происходит модуляция скорости электронов, приводящая к группировке их в «пачки». Число «пачек», прошедших через электроды в единицу времени, определяет частоту колебаний, которая для каждого клистрона является фиксированной. Клистроны находят применение преимущественно в радиоприёмных устройствах сантиметрового диапазона.

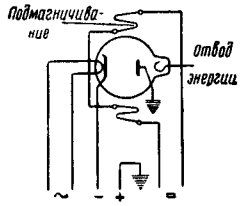


Фиг. 271. Схема включения клистрона

Магнетроном называется электронная лампа, предназначенная для генерирования колебаний значительной мощности на сверхвысоких частотах (сантиметровые волны). Корпус лампы изготовляется из меди и служит анодом; внутри него расположен катод. Управление электронным потоком производится путём одновременного воздействия на него электрического и магнитного полей. Колебательные системы в виде объёмных контуров имеют форму полостей (фиг. 272), сделанных в теле анода (многокамерный магнетрон). Современные магнетроны разработаны Н. Ф. Алексеевым и Д. Е. Маляровым. Магнетроны применяются в передающих устройствах сверхвысоких частот (фиг. 273) и большей частью используются в импульсном режиме.



Фиг. 272. Внутреннее устройство магнетрона (разрез)



Фиг. 273. Схема включения магнетрона

Фотоэлементы

Фотоэлементом называется прибор, используемый для преобразования световой энергии в электрическую. Действие фотоэлемента основано на явлении фотоэлектронной эмиссии, открытой А. Г. Столетовым в 1887 г. Фотоэлектроиная эмиссия заключается в выходе электроиов с поверхности некоторых металлов (калий, цезий, литий, натрий) под действием падающего на неё света (внешний фотоэффект).

В фотоэлементе излучающий электроны слой — катод наносится на внутреннюю поверхность стеклянного баллона; вышедшие с катода электроны направляются к аноду, помещённому также внутри баллона. Между анодом и катодом прикладывается рабочее напряжение; последнее по величине не должно превышать напряжения зажигания, при котором происходит разрушение фотокатода. Фотоэлементы делятся на вакуумные и газонаполненные. Основными параметрами фотоэлемента являются:

а) интегральная чувствительность $k = \frac{I}{\Phi}$ *мка/лм*, представляющая собой отношение силы тока через фотоэлемент к вызвавшему его световому потоку (любого спектрального состава);

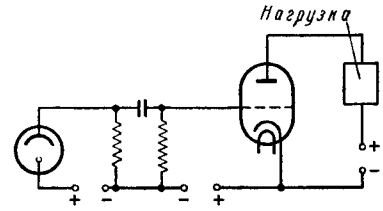
б) рабочее напряжение;

в) напряжение зажигания (для газонаполненных фотоэлементов); при этом значении в фотоэлементе возникает самостоятельный разряд, т. е. под действием приложенного напряжения проходит ток вне зависимости от того, освещён фотокатод или нет;

г) темновой ток, существующий при отсутствии освещения фотоэлемента.

Данные некоторых фотоэлементов указаны в табл. 219.

Токи, протекающие по цепи фотоэлемента, весьма малы (десятки микроампер); поэтому фотоэлементы используются в соединиении с усилительными схемами. Типовая схема этого рода дана на фиг. 274.



Фиг. 274. Схема фотоэлемента с усилителем

Фотоэлементы применяются в схемах фотореле, в устройствах телемеханики, звукозаписи (например в звуковом кино).

Газотрон

Газотроном называется газонаполнеиный диод; в качестве газа применяются аргон, неон, а также пары ртути. Отличительной чертой газотрона сравнительно с кенотроном является образование ионных процессов в газовой среде после «зажигания» газотрона. Поток ионов, смешиваясь с электронами пространственного заряда, нейтрализует отрицательный заряд последнего; это обстоятельство приводит к резкому уменьшению падеиия напряжения между анодом и катодом; в среднем эта величина равна 10 ÷ 16 *в*.

Основными параметрами газотрона являются: напряжение накала $U_н$, падение напряжения между анодом и катодом U_a, напряжение зажигания $U_з$, напряжение обратного зажигания $U_{обр}$, среднее значение выпрямленного тока $I_{a_{ср}}$, максимальное среднее значение выпрямленного тока $I_{a_м}$, время разогрева $t_р$.

Газотроны, снабжённые сеткой, носят название тиратронов.

Основные данные газотронов и тиратронов см. в разделе «Электропитание устройств связи» данного тома.

Газотроны используются в выпрямительных схемах. Малое падение напряжеиия на газотроне позволяет с его помощью выпрямлять токи значительной величины при иебольших потерях. Тиратроны также применяются в схемах выпрямления, причём бла-

Таблица 219

Паспортные данные некоторых фотоэлементов

Марка	Тип	Рабочее напряжение в *в*	Напряжение зажигания в *в*	Чувствительность в *I мка/лм*	Темновой ток в *а*
ЦГЗ	Кислородно-цезиевый, газонаполненный	240	300	150	$1 \cdot 10^{-7}$
СЦГ51	Сурьмяно-цезиевый газонаполненный	180	275	150	$1 \cdot 10^{-7}$
ЦВЗ	Кислородно-цезиевый вакуумный	240	—	20	$1 \cdot 10^{-7}$
СЦВ51	Сурьмяно-цезиевый вакуумный	240	—	80	$1 \cdot 10^{-9}$

годаря сетке дают возможность управлять величиной выпрямленного тока.

При эксплоатации газотронов и тиратронов требуется обязательное соблюдение порядка включения. До включения высокого напряжения должна быть включена цепь накала для предварительного разогрева лампы. Невыполнение этого условия приводит к гибели прибора.

Выпрямление

Выпрямительной называется схема, с помощью которой производится преобразование переменного тока в постоянный. В качестве выпрямляющих элементов применяются приборы, обладающие односторонней проводимостью, как, например, кенотроны, газотроны, ртутные колбы и твёрдые (полупроводниковые) вентили.

Схемы выпрямления обычно содержат питающие (повышающие) трансформаторы, выпрямляющие элементы, а также фильтры. Последние состоят из ёмкостей и индуктивностей (конденсаторов и дросселей), предназначенных для сглаживания пульсаций выпрямленного тока.

Соотношения напряжений в выпрямительных схемах указаны в табл. 220.

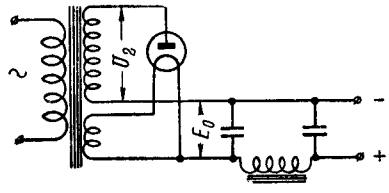
Таблица 220

Соотношения напряжений в выпрямительных схемах

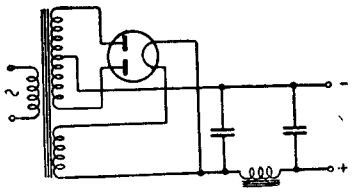
Название схемы	Частота пульсаций	$\frac{U_\infty}{E_0}$ *	$\frac{E_0}{U_2}$ **
Однополупериодная (фиг. 275)	50	1,57	0,45
Двухполупериодная (фиг. 276)	100	0,67	0,90
Трёхфазная (фиг. 277) . . .	150	0,25	1,17

* Отношение переменной составляющей выпрямленного напряжения к постоянной составляющей.

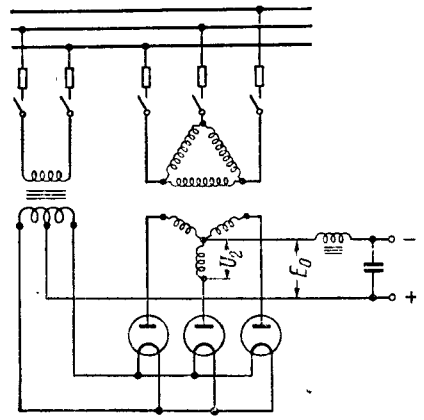
** Отношение постоянной составляющей выпрямленного напряжения к эффективному значению напряжения питания.



Фнг. 275. Схема однополупериодного выпрямителя



Фиг. 276. Схема двухполупериодного выпрямителя



Фиг. 277. Схема трёхфазного выпрямителя

Б а р р е т е р представляет собой проводниковый электровакуумный прибор, включаемый последовательно в цепь накала электронной лампы для поддержания силы тока в цепи накала неизменной. Действие барретера основано на неравномерном распределении температуры вдоль металлической нити, являющейся основой данного прибора. При повышении напряжения на барретере ток, проходящий через прибор, остаётся в пределах б а р р е т и р о в а н и я постоянным благодаря изменению удельного сопротивления нити с изменением температуры. Изменение температуры, вызванное, например, увеличением рассеиваемой в нити мощности, сопровождается изменением удельного сопротивления также в сторону увеличения. Барретер, как прибор, использующий явление нагревания нити, является инерционным. Барретеры выпускаются на токи в 1 и 0,3 *а* с диапазоном регулировки напряжений до 7 *в* и более.

РАДИОПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Основные определения

Радиопередающим устройством, или передатчиком, называется устройство, в котором происходят процессы генерации и управления током высокой частоты.

Передающее устройство состоит из генератора тока высокой частоты, аппаратуры для управления током высокой частоты и источников электрической энергии для питания всей установки.

Классификация передатчиков по диапазону волн производится согласно ОСТ 6099. Классификация радиопередатчиков по назначению указана в табл. 221.

Основные показатели радиопередатчиков приведены в табл. 222.

Если полярная диаграмма направленности имеет форму окружности, то напряжённость поля E $\frac{мв}{м}$ вблизи антенны связана с излучаемой мощностью следующим соотношением:

$$P_\Sigma = 11 \cdot 10^{-6}\, d^2 E^2 \; квт,$$

где d — расстояние до антенны в *км*.

Таблица 221

Классификация радиопередатчиков по назначению

Название радиопередатчиков	Назначение передатчика
Стационарные	Неподвижные радиостанции, поддерживающие связь также с неподвижными радиостанциями
Наземные	Неподвижные радиостанции, поддерживающие связь с подвижными радиостанциями
Подвижные, работающие на фиксированных волнах	Радиостанции на подвижных объектах, в частности паровозные
Подвижные, работающие на любой волне в пределах определённого диапазона	Радиостанции на подвижных объектах
Радиовещательные	Передатчики для вещания и телевизионные передатчики

Таблица 222

Основные электротехнические и радиотехнические показатели передатчика

Показатели	Предъявляемые требования
Диапазон волн передатчика	Должны быть указаны границы рабочего диапазона волн передатчика с допустимыми разрывами в диапазоне. Если передатчик предназначен для работы на фиксированных волнах, то должны быть указаны длины фиксированных волн. Время, необходимое для смены волны, 1÷3 мин.
Мощность передатчика	Нормируется мощность, отдаваемая в антенну или в фидер. При телеграфной работе фиксируется мощность при нажатом ключе. При телефонной работе фиксируется мощность несущей частоты при заданном коэфициенте модуляции
Стабильность частоты	См. табл. 228
Электроакустические требования	Глубина модуляции $m = 70 \div 100\%$. Полоса пропускаемых частот — см. табл. 232. Крайние ординаты частотной характеристики должны отличаться от средней не более чем на 10÷20%. Коэфициент нелинейных искажений при $m=70 \div 80\%$ при телефонной связи $K_p \leqslant 10 \div 12\%$, при вещании $K_г \leqslant 2 \div 5\%$. Уровень шумов должен быть на 50÷70 *дб* ниже уровня передачи при $m=100\%$
Содержание высших гармоник в антенне передатчика	См. табл. 223
Коэфициент полезного действия передатчика, равный отношению мощности в антенне к мощности питающей сети	$\eta = 15 \div 35\%$
Устойчивость работы передатчика	Постоянство мощности в антенне при длительной работе. Устранение самовозбуждения в усилительных элементах схемы
Питание передатчика	Должны быть указаны типы источников питания и напряжение питающей сети. Определяются требования к стабилизации напряжения источников питания и допустимые величины пульсаций постоянных напряжений

Требования к интенсивности гармоник для радиостанций некоторых типов указаны в табл. 223.

Таблица 223

Требования к интенсивности гармоник для стационарных, наземных и радиовещательных станций

Диапазон частот	Требования к интенсивности гармоник
Для частот ниже 3 000 *кгц* ($\lambda > 100$ *м*)	Напряжённость поля, созданная любой гармоникой на расстоянии 5 *км* от передающей антенны, должна быть менее 300 *мкв/м*
Для частот выше 3 000 *кгц* ($\lambda < 100$ *м*)	Уровень по мощности любой гармоники в антенне должен быть на 40 *дб* ниже уровня по мощности основной волны и, во всяком случае, не более 200 *мвт*

Подвижные радиостанции по возможности также должны удовлетворять этим допускам.

Допустимые значения коэфициентов пульсации источников питания, используемых для передатчиков, приведены в табл. 224.

Таблица 224

Допустимые значения коэфициентов пульсации источников питания для передатчиков

Род передачи	Коэфициент пульсации в %
Телеграфия	0,1÷1
Телефония	0,02÷0,2
Радиовещание	0,01÷0,06

Передатчик должен удовлетворять требованиям техники безопасности. Аппаратура, находящаяся под напряжением выше 250 *в*, относительно земли должна быть недоступной при работе передатчика. При открывании дверей в шкафах опасное напряжение должно быть автоматически выключено, для чего согласно правилам техники безопасности передатчики должны иметь не зависящие друг от друга механическую и электрическую системы блокировки.

Блокировка служит для выключения напряжения соответствующими рубильниками и для замыкания на землю заряженных конденсаторов фильтров. При механической блокировке рубильники механически связаны с дверями или дверными замками. При электрической блокировке автоматическое выключение напряжения производится контакторами, в цепи управления которых последовательно включены контакты дверей передатчика, замыкающие цепь только при закрытых дверях.

Ламповые генераторы

Различают ламповые генераторы с самовозбуждением и с посторонним возбуждением. Различные схемы генераторов с самовозбуждением отличаются друг от друга видом обратной связи и способом питания в цепи анода и в цепи сетки.

Схемы генераторов с посторонним возбуждением различаются по способу питания в цепи анода и в цепи сетки и по виду анодной нагрузки. В зависимости от формы тока в анодной цепи различают два возможных режима лампового генератора. Режимом колебаний первого рода называют такой, при котором изменение анодного тока в точности соответствует изменению сеточного напряжения. Так как при колебаниях первого рода коэфициент полезного действия всегда меньше 50%, то в радиоаппаратуре в большинстве случаев для генерации тока высокой частоты применяется режим колебаний второго рода.

Режимом колебаний второго рода называют такой, при котором форма анодного тока не совпадает с формой сеточного напряжения вследствие отсечки (фиг. 278).

Углом отсечки называется произведение круговой частоты ω на время, в течение которого анодный ток изменяется от максимума до нуля.

При расчётах генераторов в режиме колебаний второго рода пользуются функциями угла отсечки, называемыми функциями Берга; выражения, определяющие некоторые из этих функций, указаны в табл. 225.

Таблица 225

Функции угла отсечки

Обозначение и определение функции	Выражение, определяющее функцию
α_0 — отношение постоянной составляющей анодного тока I_0 к максимальному импульсу I_{max}	$\alpha_0 = \frac{I_0}{I_{max}} = \frac{\sin\Theta - \Theta\cos\Theta}{\pi(1-\cos\Theta)}$
α_1 — отношение амплитуды первой гармоники I_1 анодного тока к максимальному импульсу I_{max}	$\alpha_1 = \frac{I_1}{I_{max}} = \frac{\Theta - \sin\Theta\cos\Theta}{\pi(1-\cos\Theta)}$
α_2 — отношение амплитуды второй гармоники I_2 анодного тока к максимальному импульсу I_{max}	$\alpha_2 = \frac{I_2}{I_{max}} = \frac{2\sin^3\Theta}{3\pi(1-\cos\Theta)}$

Значения функций Берга приведены в табл. 226.

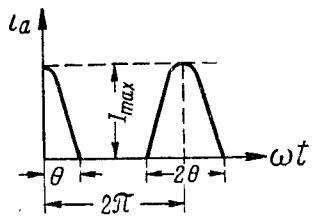
Таблица 226

Значения функций Берга

Θ	α_0	α_1	α_2	Θ°	α_0	α_1
40	0,149	0,279	0,243	85	0,304	0,485
45	0,165	0,311	0,257	90	0,318	0,500
50	0,183	0,342	0,267	95	0,335	0,510
55	0,200	0,370	0,273	100	0,351	0,518
60	0,218	0,391	0,276	105	0,366	0,525
65	0,237	0,409	0,273	110	0,380	0,529
70	0,256	0,427	0,267	115	0,394	0,533
75	0,274	0,445	0,257	120	0,406	0,536
80	0,239	0,465	0,240			

Расчёт генератора часто производится на заданную мощность высокой частоты P_1 при усилении или мощность P_2 при удвоении частоты. Выбор типа лампы, обеспечивающей заданную мощность, определяется произведением $E_a I_S$, где E_a — анодное напряжение и I_S — ток насыщения лампы.

Определяемое в результате расчёта сопротивление контура $z = \frac{L}{Cr}$ должно быть обеспечено правильным выбором первичных параметров контура, удовлетворяющих условию



Фиг. 278. Форма анодного тока с отсечкой

настройки контура в резонанс на заданную частоту.

Последовательность расчёта генераторов при колебаниях второго рода указана в табл. 227.

Для генерации сверхвысоких частот ($f > 3 \cdot 10^7$ пер/сек.) применяются специальные

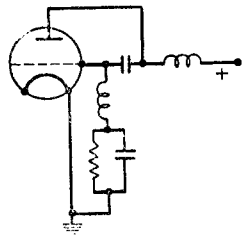
Таблица 227

Расчётные формулы для технического расчёта лампового генератора

Наименование величины	Расчётные формулы	
	режим усиления	режим удвоения
Полезная мощность	$P_1 \leqslant 0{,}2 E_a I_S$	$P_2 \quad 0{,}1 E_a I_S$
Критический коэфициент использования анодного напряжения	$\xi_0 \approx 1 - \frac{I_S}{SE_a}$	$\xi_0 \approx 1 - \frac{I_S}{SE_a}$
Коэфициент использования анодного напряжения	$\xi < \xi_0$	$\xi < \xi_0$
Амплитуда переменного напряжения на контуре	$U_a = \xi E_a$	$U_a = \xi E_a$
Амплитуда первой (второй) гармоники анодного тока	$I_1 = \frac{2P_1}{U_a}$	$I_2 = \frac{2P_2}{U_a}$
Угол отсечки анодного тока	$\Theta^\circ = 60 \div 120^\circ$	$\Theta^\circ = 45 \div 60^\circ$
Функции угла отсечки (см. табл. 226)	α_0, α_1	α_0, α_2
Максимальное значение анодного тока	$I_{\max} = \frac{I_1}{\alpha_1} \quad I_S$	$I_{\max} = \frac{I_2}{\alpha_2} < I_S$
Постоянная составляющая анодного тока	$I = I_{\max} \alpha_0$	$I = I_{\max} \alpha_0$
Потребляемая анодной цепью мощность	$P = E_a I$	$P = E_a I$
Коэфициент полезного действия лампового генератора	$\eta_1 = \frac{P_1}{P}$	$\eta_2 = \frac{P_2}{P}$
Потери на аноде лампы	$P_a = P - P_1 < P_0$	$P_a = P - P_2 < P_0$
Сопротивление анодного контура	$z = \frac{U_a}{I_1}$	$z = \frac{U_a}{I_2}$
Амплитуда переменного сеточного напряжения	$U_g = \frac{I_{\max}}{S(1-\cos\Theta)} + DU_a$	$U_g = \frac{I_{\max}}{S(1-\cos\Theta)} + 2D\,U_a(1+\cos\Theta)$
Сеточное смещение	$E_g = -U_g \cos\Theta - D(E_a - E_{a_0} - U_a \cos\Theta)$	$E_g = -U_g \cos\Theta - D(E_a - E_{a_0} - U_a \cos 2\Theta)$

Условные обозначения: S — крутизна в амперах на вольт, D — проницаемость, E_{a_0} — напряжение анодного приведения, P_0 — максимальная мощность рассеяния на аноде лампы.

малогабаритные лампы с малой междуэлектродной ёмкостью и малой индуктивностью выводов. Полезная мощность, получаемая от



Фиг. 279. Схема ультракоротковолнового генератора

триодного генератора при сверхвысокой частоте (фиг. 279),

$$P_1 = \frac{1}{2} U_a I_1 \cos\varphi,$$

где φ — угол запаздывания анодного тока относительно сеточного напряжения, равный $\frac{2\tau \cdot 10^3 r_a}{\lambda_м \sqrt{E_a}}$;

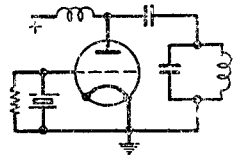
r_a — радиус анода в *м*.

Стабилизация частоты

Частота генератора, используемого для радиосвязи, должна быть строго постоянной величиной, неизменной во времени. Постоянство частоты необходимо для того, чтобы при одновременной работе многих радиостанций не создавать помех друг другу и для того, чтобы при помощи настроенного на определённую волну приёмника можно было осуществить устойчивый приём.

Практически в каждый момент времени действительная частота f будет отличаться от заданной f_0 на некоторую величину Δf. Относительное отклонение частоты $\frac{\Delta f}{f}\%$ не должно выходить за пределы, установленные нормами, указанными в табл. 228 и 229.

Наиболее радикальное средство для стабилизации частоты, весьма часто применяемое на практике, заключается в использовании кварца (фиг. 280).



Фиг. 280. Схема генератора, стабилизированного кварцем

Пластина, вырезанная из кварца, эквивалентна по своим свойствам колебательному контуру, обладающему высокой добротностью.

Собственная частота кварцевой пластины определяется её толщиной d:

$$\lambda_м = (110 \div 140)\, d \ мм.$$

Кварц может быть применён для стабилизации генераторов только относительно небольшой мощности, порядка 1 *вт*, при условии, что $\lambda \geqslant 50$ *м*.

Таблица 228

Нормы стабильности частоты $\left(\frac{\Delta f}{f} - \%\right)$

Типы радиостанций	Диапазон волн в *м*			
	30 000÷545	545÷200	200÷50	50÷10
Радиовещательные	± 20 пер/сек.	± 20 пер/сек.	λ>187,5 ±20 пер/сек. λ<187,5 ±0,025%	±0,005%
Стационарные	±0,1%	—	±0,01%	±0,01%
Наземные	±0,1%	±0,05%	±0,02%	±0,02%
Подвижные (кроме указанных в следующем пункте)	±0,1%	±0,1%	λ>75 ±0,05% λ<75 ±0,02%	±0,02%
Подвижные	λ=2 727÷1 875 λ=822÷583 ±0,5%	—	λ=72,90÷72,03 λ=54,55÷54,05 ±0,05%	λ=48,39÷48 λ=36,45÷36,01 λ=27,27÷27,05 λ=24,31÷24 λ=18,23÷18,01 λ=13,64÷13,52 ±0,05%
Самолётные	±0,3%	—	0,025%	±0,025%

Таблица 229

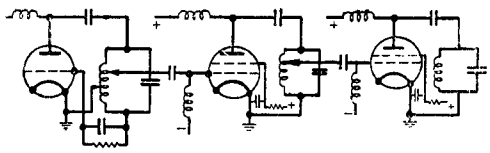
Практические значения стабильности частоты

Показатели схемы	Относительная стабильность частоты $\frac{\Delta f}{f}$ %
Генератор с плавным диапазоном. Для поддержания постоянства частоты никаких мер не принято	1÷2
Генератор с деталями среднего качества. Приняты элементарные меры для стабилизации частоты . . .	0,2÷1
Использованы все меры бескварцевой стабилизации	0,05÷0,2
Применён кварц без термостата	0,02÷0,05
Применён кварц с термостатом	0,001÷0,005
Приняты все возможные меры для поддержания постоянства частоты	$10^{-6} \div 10^{-4}$

Многокаскадные схемы

Генератор с самовозбуждением часто используется для подачи колебаний устойчивой частоты на цепь сетки генератора с посторонним возбуждением. Усиленные колебания, полученные от генератора с независимым возбуждением, могут быть усилены ещё раз, если их подать на сетку следующего генератора с независимым возбуждением. Такая схема, состоящая из нескольких генераторов, называется многокаскадной (фиг. 281).

Схемы для получения мощности порядка 1 *квт* состоят примерно из шести каскадов;



Фиг. 281. Трёхкаскадный генератор

при большей мощности число каскадов доходит до 8 ÷ 9. Один или несколько промежуточных каскадов часто используют в качестве удвоителя или утроителя частоты.

Настройка генератора с посторонним возбуждением в качестве удвоителя (утроителя) частоты сводится к настройке анодного контура в резонанс на выделяемую частоту и к выбору такого угла отсечки тока θ, при котором амплитуда второй (третьей) гармоники была бы возможно больше. Так, $I_2 = I_{2\,max}$ при $\theta° = 60°$ и $I_3 = I_{3\,max}$ при $\theta° = 45°$.

Использование одного или двух каскадов в многокаскадной схеме в режиме удвоения или утроения частоты повышает устойчивость передающего устройства и даёт возможность использовать кварцевый генератор для получения более коротких волн ($\lambda < 50$ *м*).

Число каскадов многокаскадного передатчика зависит от отношения мощности каждого последующего каскада к предыдущему. Это отношение называется коэфициентом усиления мощности. Мощность предыдущего каскада должна быть примерно в 5 ÷ 10 раз больше мощности потерь в цепи сетки последующего каскада.

Рекомендуемые значения коэфициентов усиления мощности в зависимости от типа генераторной лампы приведены в табл. 230.

Таблица 230

Значения коэфициентов усиления мощности в зависимости от типа генераторной лампы

Тип лампы		
триод	тетрод	пентод
10÷15	15÷25	20÷30

Модуляция и манипуляция

Управление током высокой частоты с целью передачи сигналов производится путём изменения амплитуды, фазы или частоты тока в соответствии с мгновенным значением передаваемого сигнала.

Практически чаще всего используется управление амплитудой тока. Управление током при помощи звуковых колебаний, в частности при помощи голоса, называется модуляцией.

Ток высокой частоты при амплитудной модуляции (фиг. 282) определяется выражениями:

$$i = I\,(1 + m \cos \Omega t) \cos \omega t =$$

$$= I \cos \omega t + \frac{1}{2} Im \cos (\omega + \Omega)\, t +$$

$$+ \frac{1}{2} Im \cos (\omega - \Omega)\, t,$$

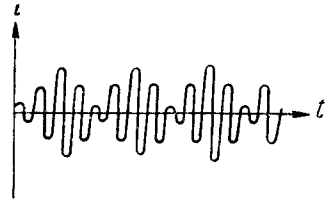
где m — коэфициент модуляции, равный отношению наибольшего приращения амплитуды к среднему её значению;

Ω — частота модуляции, равная частоте звуковых (модулирующих) колебаний; $\Omega = 2F$;

ω — несущая частота: $\omega = 2\pi f$;

$\omega + \Omega$ — верхняя боковая частота;

$\omega - \Omega$ — нижняя боковая частота.



Фиг. 282. Модулированный ток

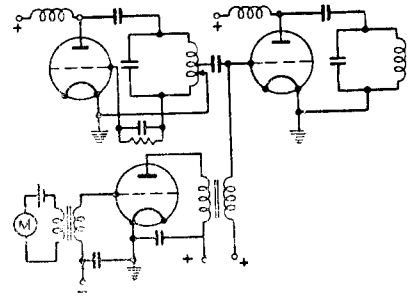
На появление токов боковых полос при модуляции впервые указал акад. М. В. Шулейкин.

Средняя мощность модулированных колебаний

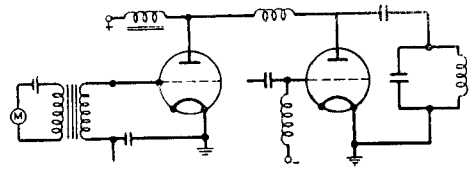
$$P = P_н\left(1 + \frac{m^2}{2}\right),$$

где $P_н$ — мощность при отсутствии модуляции, мощность несущей частоты.

Для осуществления амплитудной модуляции используются схемы сеточной (фиг. 283) или анодной модуляции (фиг. 284).



Фиг. 283. Схема сеточной модуляции



Фиг. 284. Схема анодной модуляции

Соотношения электрических величин при амплитудной модуляции указаны в табл. 231.

При частотной модуляции (фиг. 285) частота колебаний

$$\omega = \omega_0 + \Delta\omega \cos \Omega t,$$

где $\Delta\omega$ — отклонение частоты, пропорциональное амплитуде модулирующей частоты;

Ω — частота модуляции: $\Omega = 2\pi F$.

Мгновенное значение частотно-модулированного тока

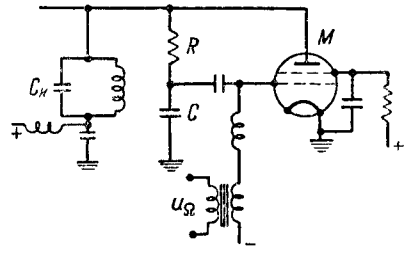
$$i = \Omega \cos\left(\omega_0 t + \frac{\Delta\omega}{\Omega} \sin \Omega t\right),$$

где $\frac{\Delta\omega}{\Omega}$ — индекс модуляции.

Индекс модуляции при наибольшей звуковой частоте может быть больше или меньше единицы, в соответствии с чем частотную модуляцию принято называть широкополосной или узкополосной.

Чтобы осуществить частотную модуляцию, необходимо воздействовать на каскад, работающий с самовозбуждением, изменяя в такт с напряжением звуковой частоты ёмкость или индуктивность колебательного контура этого генератора.

Для получения переменной индуктивности может быть использована схема (фиг. 285),



Фиг. 285. Схема частотной модуляции

Таблица 231

Соотношения электрических величин при амплитудной модуляции

Режим несущей частоты	Режим максимальной мощности		Режим минимальной мощности	
	анодная модуляция	сеточная модуляция	анодная модуляция	сеточная модуляция
Амплитуда первой гармоники I_1	$I_1(1+m)$	$I_1(1+m)$	$I_1(1-m)$	$I_1(1-m)$
Амплитуда напряжения на контуре U_a	$U_a(1+m)$	$U_a(1+m)$	$U_a(1-m)$	$U_a(1-m)$
Коэфициент использования анодного напряжения ξ	ξ	$\xi(1+m)$	ξ	$\xi(1-m)$
Коэфициент полезного действия генератора η	η	$\eta(1+m)$	η	$\eta(1-m)$
Колебательная мощность P_1	$P_1(1+m)^2$	$P_1(1+m)^2$	$P_1(1-m)^2$	$P_1(1-m)^2$
Подводимая мощность P	$P(1+m)^2$	$P(1+m)$	$P(1-m)^2$	$P(1-m)$
Потери на аноде лампы P_a	$P_a(1+m)^2$	$P(1+m) - P_1(1+m)^2$	$P_a(1-m)^2$	$P(1-m) - P_1(1-m)^2$

в которой параллельно контуру задающего генератора присоединены цепь RC, где $R \gg \frac{1}{\omega C}$, и модуляторная реактивная лампа M с переменной крутизной S.

При помощи переменного напряжения звуковой частоты будет меняться крутизна S и, следовательно, частота задающего генератора

$$\frac{\Delta\omega}{\omega_0} = \frac{1}{2}\,\frac{1}{\omega CR}\,\frac{\Delta S}{\omega C_к},$$

где ΔS — возможное приращение крутизны лампы от среднего значения;
$C_к$ — ёмкость колебательного контура.

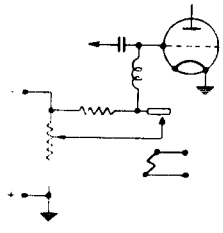
Приём частотно-модулированных сигналов сопровождается значительно меньшими помехами по сравнению с приёмом сигналов, модулированных по амплитуде.

Управление током высокой частоты при помощи телеграфного аппарата, в частности при помощи телеграфного ключа, называется манипуляцией.

Первое практическое применение радио заключалось в передаче телеграфных сигналов. Первая в мире радиотелеграфная связь была осуществлена А. С. Поповым 24 марта 1896 г.

В простейшем случае телеграфная передача по радио осуществляется при помощи обычного телеграфного ключа. Малая скорость передачи приводит к экономически невыгодному использованию дорогостоящего радиооборудования, так как стоимость эксплоатации линии радиосвязи, определяемая главным образом расходом электроэнергии и оплатой штата, пропорциональна времени работы радиостанции. Большое распространение на линиях радиосвязи получила быстродействующая телеграфная аппаратура, позволяющая практически осуществить манипуляцию со скоростью 300 ÷ 350 стандартных слов в минуту. Стандартное слово принято считать состоящим из 48 точек. Продолжительность среднего слова, встречающегося в телеграммах, как показывает статистика, примерно в 2 раза больше. За последние годы на магистральных линиях радиосвязи всё больше применяются телеграфные аппараты Бодо и стартстопные аппараты.

Амплитудная манипуляция обычно осуществляется в сеточной цепи лампового генератора (фиг. 286).



Фиг. 286. Схема для быстродействующей манипуляции

При частотной манипуляции передатчик отдаёт энергию в антенну на одной частоте f_1 во время передачи сигнала и на другой частоте f_2 во время интервала между сигналами ($f_1 - f_2 \approx 1\,000$ пер/сек.). Применение частотной манипуляции в значительной степени повышает надёжность радиосвязи.

Полосы частот, требующиеся для работы передатчиков различного назначения, приведены в табл. 232.

Таблица 232

Полосы частот, занимаемые телеграфными, телефонными и телевизионными передатчиками

Род передачи	Ширина полосы в *гц* при передаче двумя боковыми полосами
Телеграфия незатухающими колебаниями (кодом Морзе или Бодо)	Численно равна скорости телеграфирования в бодах для основной частоты; с учётом третьей гармоники ширина полосы утраивается
Телеграфия тонально-модулированными колебаниями	Численно равна удвоенной частоте модуляции плюс скорость телеграфирования в бодах
Радиотелефония	6 000÷8 000*
Радиовещание	15 000÷20 000
Фототелеграфия	Численно равна отношению числа элементов изображения, подлежащих передаче, к числу секунд, необходимых для передачи
Телевидение	Численно равна произведению числа элементов изображения на число изображений, передаваемых в 1 сек.

* Для многократной телефонии (например при импульсной модуляции) ширина полосы будет больше.

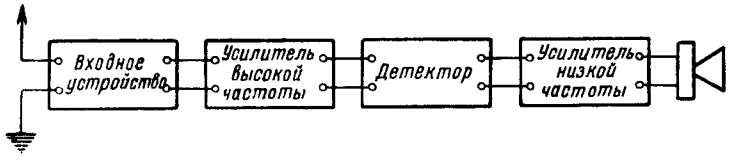
РАДИОПРИЁМНЫЕ УСТРОЙСТВА

Основные определения

Радиоприёмным устройством, или приёмником, называется устройство, в котором происходит выделение передаваемых сигналов из всего комплекса различных напряжений, поданных на вход приёмника, усиление и преобразование этих сигналов.

Основные радиотехнические и электротехнические показатели приёмного устройства указаны в табл. 233.

Классификация радиоприёмников профессионального типа дана в табл. 234.



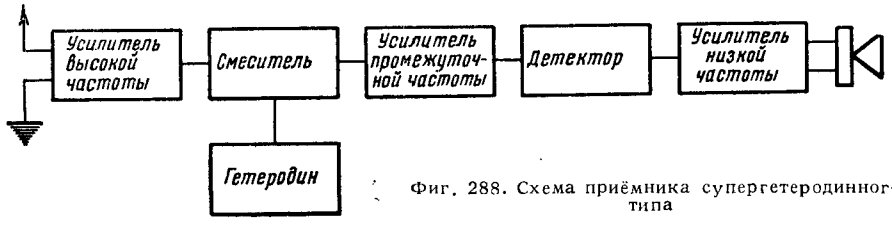
Фиг. 287. Схема приёмника прямого усиления

Практически применяются два типа приёмников: приёмник прямого усиления (фиг. 287) и приёмник супергетеродинного типа (фиг. 288).

Таблица 233

Основные радиотехнические и электротехнические показатели радиоприёмного устройства

Показатель	Определение	Предъявляемые требования
Чувствительность	Чувствительностью называется минимальное напряжение на входе приёмника, необходимое для получения заданной мощности на выходе (при определённом коэфициенте модуляции $m = 30\%$)	1÷20 *мкв* для профессиональных приёмников, 50÷200 *мкв* для вещательных. Максимальная чувствительность ограничивается уровнем помех на входе приёмника и внутриламповыми шумами
Избирательность	Избирательностью называется отношение чувствительности при определённой расстройке приёмника (иногда полагают, что расстройка $\Delta f = 10\ 000$ *гц*) к чувствительности при резонансе	Избирательность часто принято выражать в децибеллах: ≈ 30÷40 *дб*
Диапазон волн приёмника	Диапазон, в пределах которого при настройке приёмника на любую волну основные показатели приёмника удовлетворяют техническим требованиям	Границы диапазона с допустимыми разрывами. Если приёмник предназначен для работы на фиксированных волнах, то должны быть указаны длины фиксированных волн. Диапазон приёмника для магистральной связи $\lambda = 14 \div 100$ *м*. Диапазон вещательного приёмника $\lambda = 200 \div 2\,000$ *м* (с разрывом $\lambda = 550 \div 700$ *м*) и $\lambda = 15 \div 50$ *м*
Выходная мощность	Мощность, потребляемая оконечным аппаратом (громкоговорителем, телеграфным реле и т. д.)	$P = 0{,}15 \div 4$ *вт*, если на выходе включён громкоговоритель. При нагрузке на телефон или на телеграфное реле мощность определяется единицами или десятками милливатт
Полоса пропускаемых частот	Полоса частот, для которых усиление должно быть не менее 0,7 максимального	200÷3 000 пер/сек. для приёма речи. От 50÷100 пер/сек. до 4 000÷6 500 пер/сек. для приёма вещания
Коэфициент нелинейных искажений	—	10÷15%
Питание приёмника	Должны быть указаны типы источников питания, напряжение питающей сети и потребляемый ток или мощность	Вещательные приёмники потребляют мощность при питании от сети ≈ 50 ÷ ÷100 *вт*, при питании от батареи 0,8 ÷ ÷1,9 *вт*



Фиг. 288. Схема приёмника супергетеродинного типа

Таблица 234

Классификация профессиональных радиоприёмников

Класс приёмника	Назначение
I	Для магистральных связей
II	Для областных связей (внутридорожных)
III	Для внутриобластной и внутрирайонной связи

Подавляющее большинство современных приёмников выполнено по супергетеродинной схеме.

Супергетеродинный приёмник

Этот приёмник по сравнению с приёмником прямого усиления имеет следующие преимущества и недостатки.

Преимущества супергетеродина: большая чувствительность, повышенная избирательность при малой величине частотных искажений, постоянство чувствительности и избирательности по диапазону, большая простота перестройки на другую волну.

Недостатки супергетеродина: большая сложность схемы и конструкции, опасность помех со стороны генераторов, работающих на промежуточной частоте, большее потребление энергии от источников питания.

Входное устройство

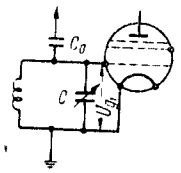
Входным устройством называется часть схемы приёмника до первой лампы, используемая для связи приёмника с антенной.

Формулы для определения коэфициента передачи входного устройства даны в табл. 235.

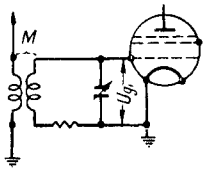
Таблица 235

Коэфициент передачи входного устройства

Вид связи с антенной	Коэфициент передачи	Значения величин
Ёмкостная связь. Конденсатор связи $C_0=10\div30$ *мкмкф* для профессиональных приёмников (фиг. 289)	$K=\frac{C_0}{C}Q$	Q — добротность контура входного устройства; C — ёмкость контура в *мкмкф*
Индуктивная связь (фиг. 290)	$K=\frac{\omega M}{z_A}Q$	z_A — сопротивление антенны; M — коэфициент взаимной индукции в *гн*
Индуктивная связь с фидером, настроенным на бегущую волну	$K=\frac{1}{2}Q\sqrt{\frac{r}{z_c}}$	r — сопротивление потерь контура; z_c — волновое сопротивление фидера



Фиг. 289. Схема входного устройства при ёмкостной связи с антенной



Фиг. 290. Схема входного устройства приёмника, индуктивно связанного с антенной

Основные показатели входного устройства:

1) коэфициент передачи, равный отношению напряжения U_{g1} на сетке первой лампы к электродвижущей силе E_a в антенне, т. е.

$$k=\frac{U_{g1}}{E_a};$$

2) постоянство коэфициента передачи по диапазону;

3) избирательность

$$V=\sqrt{1+\left(2\frac{\Delta f}{f}Q\right)^2},$$

где Q — добротность контура,
f — частота настройки контура,
Δf — отклонение частоты принимаемых колебаний от частоты настройки контура;

4) величина расстройки контура вследствие связи с антенной от 1 до 3%.

Усиление высокой частоты

Назначением усилителя высокой частоты (фиг. 291) является усиление принимаемых сигналов и осуществление избирательности.

Основные показатели усилителя высокой частоты приведены в табл. 236.

Таблица 236

Основные показатели усилителя высокой частоты

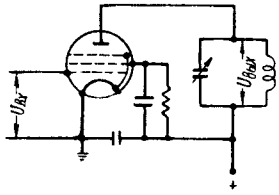
Вид схемы усилителя	Сопротивление анодной нагрузки z_a	Коэфициент анодной связи p	Коэфициент усиления $K=\frac{U_{вых}}{U_{вх}}$	Избирательность V	Условие устойчивости (отсутствие самовозбуждения)	Входная ёмкость $C_{вх}$
Схема с непосредственным включением контура в анодную цепь	$z=\frac{(\omega L)^2}{r}$	1	Sz	$\sqrt{1+\left(2\frac{\Delta f}{f}Q\right)^2}$	$z_a<\sqrt{\frac{0{,}3}{S\omega C_{a-c}}}$	$C_{c-н}+(1+K)C_{a-c}$
Схема с индуктивной связью контура с лампой	zp^2	$\frac{M}{L}$	Szp	$\sqrt{1+\left(2\frac{\Delta f}{f}Q\right)^2}$	$z_a<\sqrt{\frac{0{,}3}{S\omega C_{a-c}}}$	$C_{c-н}+(1+K)C_{a-c}$
Схема с автотрансформаторным включением контура в анодную цепь	zp^2	$\frac{L_0}{L}$	Szp	$\sqrt{1+\left(2\frac{\Delta f}{f}Q\right)^2}$	$z_a<\sqrt{\frac{0{,}3}{S\omega C_{a-c}}}$	$C_{c-н}+(1+K)C_{a-c}$

Условные обозначения: L — индуктивность контура в *гн*; r — сопротивление потерь контура; S — крутизна лампы в *а* на 1 *в*; f — частота настройки контура; Δf — отклонение частоты от резонансной; Q — добротность контура; $C_{c-н}$ — ёмкость сетка-нить в *мкмкф*; C_{a-c} — ёмкость анод-сетка в *мкмкф*; M — коэфициент взаимной индукции в *гн*; L_0 — индуктивность, включённая в цепь анода, в *гн*.

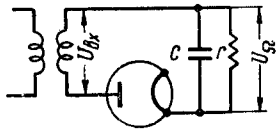
Таблица 237

Сравнительные показатели детекторных схем

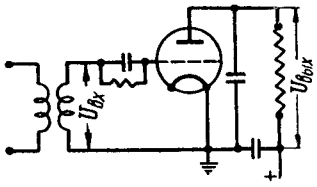
Вид детектирования	Относительные	
	преимущества	недостатки
Диодное находит наиболее широкое применение (фиг. 292)	Малые искажения. Удобное использование для автоматической регулировки чувствительности	Малая чувствительность ($U_{вх}=1\div5$ в). Низкое входное сопротивление. $U_{вх}$—напряжение на входе детектора
Сеточное (фиг. 293)	Наибольшая чувствительность к слабым сигналам	Значительные нелинейные искажения $K_н=\frac{m}{4}$, где m—коэфициент модуляции
Анодное	Большое входное сопротивление	Малая чувствительность ($U_{вх}>1$ в)



Фиг. 291. Схема усилителя высокой частоты



Фиг. 292. Схема диодного детектора



Фиг. 293. Схема сеточного детектора

Коэфициент усиления и избирательность усилителя из нескольких каскадов определяются выражениями:

$$K = K_1 K_2 K_3 \quad \text{и} \quad V = V_1 V_2 V_3,$$

где K_i и V_i — коэфициенты усиления и избирательности i-го каскада.

Детектирование и преобразование частоты

Детектором называется часть схемы приёмника, в которой происходит процесс преобразования модулированного или манипулированного напряжения высокой частоты в напряжение низкой (звуковой) частоты или в импульсы постоянного напряжения.

Сравнительные показатели детекторных схем указаны в табл. 237.

Амплитуда напряжения звуковой частоты на выходе диодного детектора

$$U \approx 0{,}9\, m U_{вх},$$

где $m = 0{,}3$ — расчётный коэфициент модуляции;

$U_{вх}$ — напряжение на входе (амплитудное значение). Коэфициент усиления сеточного детектора

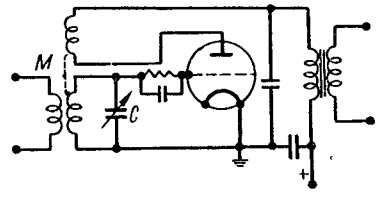
$$K_д = \mu_д m,$$

где $\mu_д$ — коэфициент усиления лампы в детекторном режиме (табл. 238).

Повышение чувствительности сеточного детектора может быть достигнуто применением регенерации.

Регенерацией называется увеличение напряжения на сеточном контуре детекторной лампы при помощи обратной связи (фиг. 294).

В сеточный контур вносится отрицательное сопротивление $r' = S\frac{M}{C}$, вследствие чего коэфициент усиления детекторного каскада увеличивается примерно в 10÷30 раз.



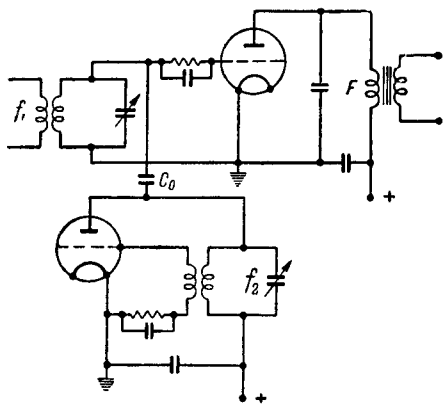
Фиг. 294. Схема регенеративного детектора

Таблица 238

Коэфициент усиления лампы в детекторном режиме

$U_{вх}$	$\mu_д$	Примечание
<0,1	$4\,U_{вх}\mu$	μ—коэфициент усиления лампы
0,1÷0,5	$0{,}4\div0{,}8\,\mu$	$U_{вх}$—напряжение на входе детектора

Гетеродинный детектор (фиг. 295) позволяет получить на выходе импульсы переменного

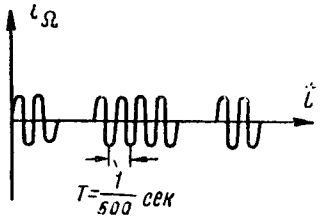


Фиг. 295. Схема гетеродинного детектора

тока с частотой $F = 500 \div 800$ *гц* (фиг. 296), необходимые для приёма сигналов азбуки Морзе на слух:

$$F = |f_1 - f_2|,$$

где f_1 — частота принимаемых колебаний;
f_2 — частота колебаний, генерируемых гетеродином.

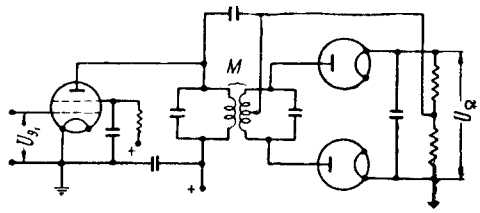


Фиг. 296. Импульсы тональной частоты

Чтобы выделить напряжение звуковой частоты из частотно-модулированных колебаний, необходимо после усилителя промежуточной частоты включить два элемента: ограничитель и частотный детектор (фиг. 297). Назначение ограничителя заключается в том, чтобы ослабить влияние помех на приём. После ограничителя для преобразования частотно-модулированных колебаний в амплитудно-модулированные и последующего детектирования используется частотный детектор, или дискриминатор.

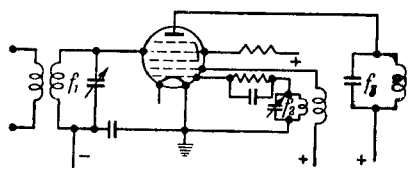
Амплитуда напряжения звуковой частоты на выходе последнего определяется выражением:

где S — крутизна лампы в *а* на 1 *в*;
z_p — сопротивление контура, равное $\frac{(\omega L)^2}{r}$;
L — индуктивность контура в *гн*;
r — сопротивление потерь контура; $\omega = 2\pi f_3$;
f_3 — промежуточная частота;
Q — добротность контура, равная $\frac{\omega L}{r}$;
Δf — наибольшее отклонение частоты при частотной модуляции;
β — степень связи между контурами, равная $\frac{\omega M}{r}$;
M — коэфициент взаимоиндукции в *гн*.



Фиг. 297. Схема ограничителя и частотного детектора

В супергетеродинном приёмнике для преобразования частоты большей частью используются многосеточные лампы (фиг. 298).

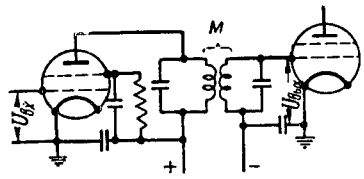


Фиг. 298. Схема преобразователя частоты

Промежуточная частота вещательных приёмников $f_3 = 460$ *кгц* в разрыве вещательного диапазона ($420 \div 520$ *кгц*). В приёмниках непрерывного диапазона промежуточная частота $f_3 = 110$ *кгц*.

Для обеспечения высокой избирательности при равномерном усилении всего спектра принимаемых частот (несущей частоты и боковых полос) в анодных цепях преобразователя (смесителя) и усилителя промежуточной частоты используются большей частью системы связанных контуров (фиг. 299).

$$U_\Omega = 0{,}9\, U_g S z_p \frac{\sqrt{1 + \left(2Q\frac{\Delta f}{f_3} + \frac{1}{2}\beta\right)^2} - \sqrt{1 + \left(2Q\frac{\Delta f}{f_3} - \frac{1}{2}\beta\right)^2}}{\sqrt{\left[1 - \left(2Q\frac{\Delta f}{f_3}\right)^2 + \beta^2\right]^2 + 4\left(2Q\frac{\Delta f}{f_3}\right)^2}},$$



Фиг. 299. Схема усилителя промежуточной частоты

Коэфициент усиления K и избирательность V каскада промежуточной частоты

$$K = \frac{U_{вых}}{U_{вх}} = \frac{1}{2} S z_p,$$

где

$$z_p = \frac{(\omega L)^2}{r},$$

$$V = \frac{\sqrt{\left[1 - \left(2Q\frac{\Delta f}{f_з}\right)^2 + \beta^2\right]^2 + 4\left(2Q\frac{\Delta f}{f_з}\right)^2}}{1 + \beta^2},$$

где $\beta = \frac{\omega M}{r} > 1$ — степень связи между контурами; остальные обозначения те же, что и в предыдущей формуле.

Автоматическая регулировка чувствительности

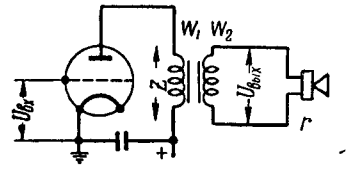
Автоматической регулировкой чувствительности (АРЧ) называется система, автоматически поддерживающая напряжение на выходе приёмника примерно постоянным при резких колебаниях напряжения на входе приёмника. АРЧ применяется в большинстве современных приёмников для обеспечения неизменной громкостн приёма при переходе от приёма одной станции к другой, создающей другое по величине напряжение на входе приёмника, при изменении условий прохождения сигналов и при изменении расстояния между приёмником и передатчиком.

Современные схемы АРЧ (фиг. 300) обеспечивают поддержание постоянства напряжения на выходе приёмника в пределах $1{,}1 \div 3$ при возможных изменениях амплитуды напряжения на входе приёмника в $10^3 \div 10^5$ раз.

Усилители низкой частоты

Основные показатели усилителя низкой частоты: выходная мощность или напряжение $U_{вых}$, сопротивление нагрузки, входное напряжение $U_{вх}$, входное сопротивление, диапазон усиливаемых частот ($\omega_н \div \omega_в$), отклонение частотной характеристики от прямой ($\leqslant 10\%$), коэфициент нелинейных искажений ($< 10 \div 15\%$).

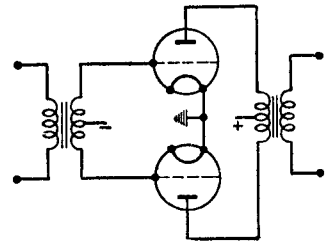
Усилителем мощности называется последний оконечный каскад усилителя звуковой частоты, предназначенный для создания определённой мощности звуковой частоты, необходимой для нормальной работы громкоговорителя или для дальнейшей передачи по проводам (фиг. 301).



Фиг. 301. Схема выходного усилителя низкой частоты

Нагрузка r включается в анодную цепь лампы через понизительный трансформатор $\left(n = \frac{w_1}{w_2} > 1\right)$, так что входное сопротивление трансформатора $z = n^2 r$.

При большой мощности часто применяется двухтактная схема (фиг. 302).

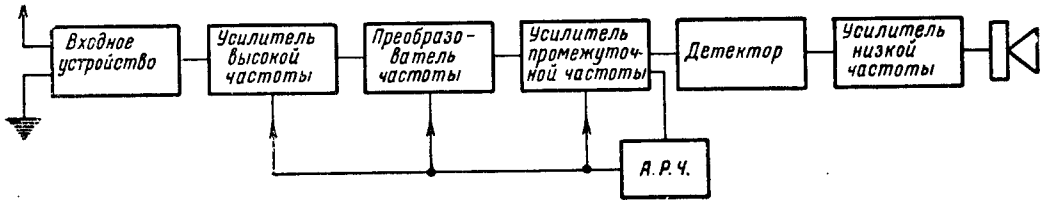


Фиг. 302. Двухтактный усилитель низкой частоты

Усилителем напряжения называется усилитель, который служит для усиления напряжения звуковой частоты с целью создания достаточного напряжения на входе следующего каскада.

Для усиления напряжения используется реостатный усилитель (фиг. 303) или трансформаторный усилитель (фиг. 304).

В табл. 239 приведены выражения, определяющие коэфициент усиления усилителей низкой частоты различного типа.



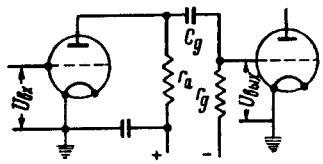
Фиг. 300. Схема автоматической регулировки уровня

Таблица 239

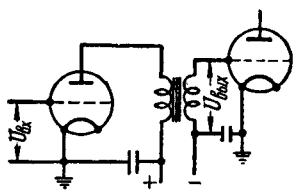
Коэфициенты усиления усилителей низкой частоты

Частота	K	Усилитель мощности	Усилители напряжения	
			реостатный	трансформаторный
Низшая $\omega_н$	$K_н$	$\frac{\mu}{n}\frac{1}{\sqrt{\left(1+\frac{R_i}{z}\right)^2+\left(\frac{R_i}{\omega_н L_1}\right)^2}}$	$\frac{\mu}{\left(1+\frac{R_i}{r_a}\right)\sqrt{1+\left(\frac{1}{\omega_н C_g r_g}\right)^2}}$	$\frac{\mu}{n}\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{R_i}{\omega_н L_1}\right)^2}}$
Средняя $\omega_{ср}$	$K_{ср}$	$\frac{\mu}{n}\frac{1}{1+\frac{R_i}{z}}$	$\frac{\mu}{1+\frac{R_i}{r_a}}$	$\frac{\mu}{n}$
Высшая $\omega_в = \frac{n}{\sqrt{L_S C_{вх}}}$	$K_в$	$\frac{\mu}{n}\frac{1}{\sqrt{\left(1+\frac{R_i}{z}\right)^2+\left(\frac{\omega_в L_S}{z}\right)^2}}$	$\frac{\mu}{\sqrt{\left(1+\frac{R_i}{r_a}\right)^2+\left(\omega_в C_{вх} R_i\right)^2}}$	$\frac{\mu}{n}\frac{\omega_в L_S}{R_i}$

Условные обозначения: L_S и L_1 — соответственно индуктивность рассеяния трансформатора и индуктивность первичной обмотки в *гн*; $C_{вх}$ — входная ёмкость следующего каскада в фарадах; μ — коэфициент усиления лампы; $n=\frac{w_1}{w_2}$ — коэфициент трансформации; R_i — внутреннее сопротивление лампы; $z=n^2 r$; r — нагрузка на выходе трансформатора; r_a — сопротивление в цепи анода; r_g — сопротивление в цепи сетки.



Фиг. 303. Схема реостатного усилителя



Фиг. 304. Схема трансформаторного усилителя

Для получения неискажённого усиления необходимо так подобрать параметры схемы, чтобы

$$\frac{K_{ср}}{K_в} \leqslant 1{,}05 \div 1{,}1 \quad \text{и} \quad \frac{K_{ср}}{K_н} \leqslant 1{,}05 \div 1{,}1.$$

Практические значения элементов схемы реостатного усилителя приведены в табл. 240.

Таблица 240

Практические величины элементов реостатного усилителя

r_a *ом*	r_g *ом*	C_g *мкмкф*
$3 \cdot 10^4 \div 5 \cdot 10^5$	$(0{,}1 \div 2) 10^6$	
Для триодов $r_a = (3 \div 4) R_i$	$r_g = (5 \div 10) r_a$	$10^4 \div 10^5$

Отрицательная обратная связь

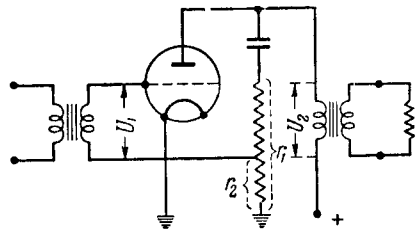
Отрицательной обратной связью называется такая связь между выходом и входом усилителя, при которой часть переменного напряжения, получаемого на выходе усилителя, подаётся на вход со сдвигом по фазе на 180° относительно переменного напряжения, поданного на вход усилителя. Применение отрицательной обратной связи уменьшает коэфициент усиления усилителя K до величины

$$K_N = \frac{K}{1 - K\beta},$$

где β — затухание цепи обратной связи $(-1 < \beta < 0)$.

При отрицательной обратной связи уменьшаются частотные и нелинейные искажения, уменьшается выходной эффект, создаваемый появившимися в усилителе помехами, и увеличивается постоянство выходного напряжения при возможных колебаниях нагрузки и изменениях питающих напряженй.

Для схемы фиг. 305 $\beta = -\frac{r_2}{r_1}$. Применяется обратная связь по напряженню, по току и комбинированная.



Фиг. 305. Усилитель с отрицательной обратной связью

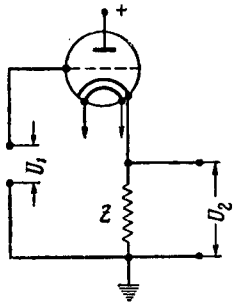
Усилитель с отрицательной обратной связью по иапряжению может рассматриваться как усилитель без обратной связи, если заменить параметры лампы на эквивалентные, как указано в табл. 241.

Таблица 241

Эквивалентные параметры лампы при отрнцательной обратной связи

Параметры лампы	Без обратной связи	При отрицательной обратной связи
Крутизна	S	$S_N = S$
Коэфициент усиления	μ	$\mu_N = \frac{\mu}{1-\mu\beta}$
Внутреннее сопротивление	R_l	$R_{lN} = \frac{R_l}{1-\mu\beta}$

Недостатком усилителя с отрицательной обратной связью является возможность возникновения самовозбуждения, если при некоторой частоте $K\beta = 1$.



Фиг. 306. Схема катодного повторителя

Когда сопротивление полезной нагрузки на выходе усилителя относительно мало и нежелательно включенне этой нагрузкн в анодную цепь через трансформатор из-за создаваемых трансформатором частотных искажений, то применяют схему катодного повторителя (фиг. 306). Коэфициент усилення катодного повторителя ($\beta = -1$)

$$K_N = \frac{U_2}{U_1} = \frac{z}{\frac{1}{S} + z} < 1,$$

где z — сопротивление нагрузки в катодной цепи;

S — крутизна лампы в a на 1 $в$.

Катодный повторитель нмеет незначительную входную ёмкость

$$C_{вх} = C_{с-н}(1 - K_N) + C_{а-с},$$

где $C_{с-н}$ — ёмкость сетка-нить в $мкмкф$;

$C_{а-с}$ — ёмкость анод-сетка в $мкмкф$.

ПЕРЕДАЮЩИЕ АНТЕННЫ

Общие сведения

Передающей антенной называется устройство, которое преобразует энергию токов высокой частоты в энергию электромагнитных волн. Конструктивно антенна представляет собой провод или систему проводов, длины которых сравнимы с длнной волны. В электрическом отношении антенна представляет собой цепь с распределёнными параметрами, в которой индуктивность и ёмкость распределены вдоль всего провода. Основные показатели передающей антенны показаны в табл. 242.

Таблица 242

Основные показатели передающей антенны

Название показателя	Определение показателя
Входное сопротивленне антенны, активное R_A	Удвоенное отношение мощности в антенне к квадрату амплнтуды тока: $R_A = 2\frac{P_A}{I_A^2}$
То же, реактивное X_A	Отношение напряжения к току на входе антенны $X_A = \frac{U_A}{I_A}$, полагая, что $X_A \gg R_A$
Коэфициент полезного действия	Отношение излучаемой мощности к мощности, получаемой антенной от передатчика
Действующая высота	Высота прямоугольнника с основанием, равным амплитуде тока в начале антенны, равновеликого площади тока в антенне
Характеристика направленности	Зависимость напряжённости поля от направления (от азимута и от угла места)
Коэфициент направленного действия	Коэфициент, показывающий, во сколько раз необходимо увеличить мощность передатчика, если направленную антенну заменить ненаправленной при неизменной величине напряжённости поля у приёмной антенны
Коэфициент усиления	Произведение коэфициента полезного действия на коэфициент направленного действия
Частотная характеристика	Зависимость амплитуды тока в антенне от частоты
Максимальное напряжение	Максимально допустимое напряжение в антенне, не вызывающее опасности перенапряжения

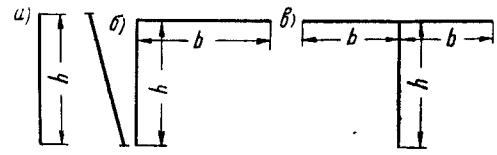
Для облегчения условий передачи энергии из контура лампового генератора в антенну последняя настраивается в резонанс на частоту колебаний генератора

Настройка антенны в резонанс может быть достигнута двумя способами: подбором длины антенны или включением последовательно с антенной некоторого реактивного сопротивления. Первый способ используется главным образом при коротких волнах, второй способ применяется обычно для настройки длинноволновой антенны.

Длинноволновые и средневолновые антенны

Основными, наиболее часто встречающимися типами длинноволновых и средневолновых антенн являются антенны в виде вертикального или наклонного провода (фиг. 307,*а*), подвешенного одним концом к вершине мачты, или антенны в виде Г- или Т-образной конструкции (фиг. 307, *б* и *в*), подвешенной к вершинам двух мачт.

Длина антенного провода $l = h+b$ обычно выбирается так, чтобы $l < \frac{\lambda}{4}$ или $\frac{\lambda}{4} < l < \frac{\lambda}{2}$, так как интенсивность излучения при таком соотношении между длиной излучающего провода и длиной волны достаточна.



Фиг. 307. Типы длинноволновых антенн

В табл. 243 приведены формулы для технического расчёта Г- и Т-образных антенн при заданной мощности, отдаваемой передатчиком в антенну, и заданных размерах антенны.

Таблица 243

Расчётные формулы для технического расчёта Г- и Т-образных антенн

Наименование величины	Расчётная формула	Примечание
Действующая высота	$h_\partial = \frac{2\sin\frac{\alpha h}{2}\sin\alpha\left(\frac{h}{2}+b\right)}{\alpha\sin\alpha\,(h+b)}$ $h_\partial \approx h\left[1-\frac{h}{2(h+b)}\right]$	h и b в *м*; $\alpha=\frac{2\pi}{\lambda}$, где λ—длина волны в *м*
Сопротивление излучения	$R_\varepsilon = 160\pi^2\left(\frac{h_\partial}{\lambda}\right)^2$	
Собственная волна в *м*	$\lambda_0 = S(h+b)$	Значения волнового коэфициента S см. табл. 244
Сопротивление потерь (по М. В. Шулейкину)	$R_n = A\frac{\lambda}{\lambda_0}$	Значения коэфициента A см. в табл. 245
Полное активное сопротивление	$R_A = R_\varepsilon + R_n$	
Коэфициент полезного действия	$\eta_A = \frac{P_\varepsilon}{P_A} = \frac{R_\varepsilon}{R_\varepsilon + R_n}$	
Амплитуда тока в основании антенны	$I_H = \sqrt{\frac{2P_A}{R_A}}$	P_A—мощность, отдаваемая передатчиком в антенну, в *вт*
Мощность излучения в *вт*	$P_\varepsilon = \frac{1}{2} I_H^2 R_\Sigma$	
Погонная ёмкость антенны из одиночного провода в фарадах на 1 *м*	$C_1 = \frac{4\pi\varepsilon}{2\left[\ln\frac{l}{r}-0{,}307\right]}$	$\varepsilon=\frac{1}{36\pi}10^{-9}$—диэлектрическая постоянная воздуха; r—радиус провода в *м*

Продолжение табл. 243

Наименование величины	Расчётная формула	Примечание
Волновое сопротивление антенны	$z_c = \frac{1}{cC_1}$	$c = 3 \cdot 10^8$ *м/сек*
Сопротивление элемента настройки антенны в резонанс	$X_y = z_c \operatorname{ctg} \alpha l$	l—длина антенного провода в *м*
Индуктивность удлинительной катушки в *гн*	$L_y = \frac{X_y}{\omega}$	если $l < \frac{\lambda}{4}$
Ёмкость укорачивающего конденсатора в фарадах	$C_y = -\frac{1}{\omega X_y}$	если $\frac{\lambda}{4} < l < \frac{\lambda}{2}$

Таблица 244

Значения волнового коэфициента S

Тип антенны	Волновой коэфициент
Г-образная	4,2÷5
То же, с развитой горизонтальной частью	5÷6
Т-образная	4,5÷6
То же с развитой горизонтальной частью	6÷8

Таблица 245

Значения коэфициентов A

Мощность излучения P_Σ	Качество заземления	A
> 1 *квт*	Очень хорошее	0,5÷1
	Хорошее заземление или противовес	1÷2
<1 *квт*	Удовлетворительное	2÷4
	Плохое	4÷7

Коротковолновые антенны

При коротких волнах ($\lambda < 100$ *м*) легко получить большую интенсивность излучения, так как даже при относительно невысоких мачтах отношение длины антенны к длине волны будет достаточно велико; поэтому обычно полагают коэфициент полезного действия антенны $\eta_A \approx 1$

Излучение в определённом направлении позволяет получить значительно бо́льшую напряжённость поля в пункте приёма, т. е. значительно эффективнее использовать энергию излучения.

При анализе пространственной направленности антенны обычно ограничиваются выяснением направленного действия антенны в двух плоскостях: в горизонтальной и вертикальной, проведённой в направлении максимального излучения.

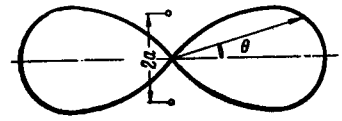
Направленное действие антенны в горизонтальной плоскости принято характеризовать зависимостью интенсивности излучения (напряжённости поля H) от направления (от угла θ)

Графическое изображение зависимости $H = f(\theta)$ называется диаграммой направленности передающей антенны.

На фиг. 308 показана диаграмма направленности антенны, состоящей из двух проводов, расположенных на расстоянии

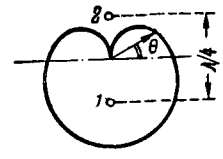
$$2a = \frac{\lambda}{2},$$

где λ — длина волны в *м*, при условии, что токи в этих проводах равны по величине и совпадают по фазе $\varphi = 0$.



Фиг. 308. Диаграмма направленности синфазной антенны

На фиг. 309 показана диаграмма направленности антенны из двух проводов для случая, когда $2a = \frac{\lambda}{4}$ и $\varphi = 90°$. Второй провод в данном случае отражает энергию в определённом направлении и называется поэтому зеркалом.



Фиг. 309. Диаграмма направленности антенны с зеркалом

При помощи антенны, состоящей из большего числа проводов, может быть достигнута более совершенная концентрация энергии.

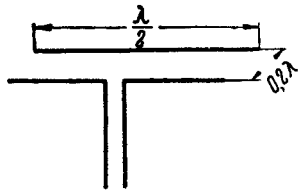
Применение антенн с бо́льшим коэфициентом направленного действия даёт значительный экономический эффект.

Для передачи энергии от передатчика к антенне обычно используется двухпроводная линия, или фидер. Его основные параметры указаны в табл. 246.

Наибольшее распространение получили следующие типы коротковолновых антенн:

1. Вертикальный провод. Для подвески этой антенны требуется только одна мачта. Антенна может быть использована для широкого диапазона волн. Длина провода $l \approx \frac{1}{4}\lambda_{max}$. Антенна не обладает направленностью в горизонтальной плоскости.

2. Антенна в виде горизонтального провода длиной $l = \frac{\lambda}{2}$, подвешенного к вершинам двух мачт на высоте $h \geqslant \frac{\lambda}{4}$. Питание антенны производится при помощи фидера (фиг. 310).

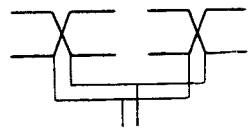


Фиг. 310. Антенна в виде горизонтального провода

Максимум излучаемой энергии совпадает с плоскостью, перпендикулярной оси провода.

Для получения односторонней направленности сзади антенны, на расстоянии 0,2 λ подвешивается зеркало в виде провода несколько длиннее $\frac{\lambda}{2}$.

3. Горизонтальная синфазная антенна (фиг. 311). Практически число излучающих проводов $\left(l = \frac{\lambda}{2}\right)$ в одном горизонтальном ряду выбирают равным двум, четырём или восьми. Число горизонтальных рядов (число этажей антенны) выбирают равным одному, двум, четырём, редко шести, учитывая, что увеличение числа этажей требует для подвески антенны более высоких мачт. Для получения односторонней направленности сзади антенны на расстоянии 0,2 λ подвешивается пассивное зеркало, состоящее из такой же системы излучающих и питающих проводов, не связанных, однако, с передатчиком. Горизонтальные синфазные антенны обладают острой направленностью $D \approx 4N$, где N—число излучающих проводов, включая зеркало. Недостаток антенны—невозможность перестройки с одной волны на другую.



Фиг. 311. Горизонтальная синфазная антенна

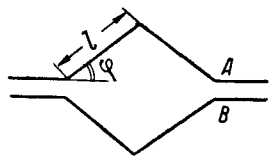
4. Ромбическая антенна, создающая менее совершенную концентрацию энергии по сравнению с синфазной горизонтальной антенной. Достоинствами ромбической антенны являются

Таблица 246

Основные параметры фидера

Название параметра	Расчётная формула	Значения величин
Волновое сопротивление $z_c \approx 600$ *ом*	$z_c = 276 \lg \frac{2D}{d}$	$D = 10 \div 30$ *см*—расстояние между проводами; d—диаметр провода в *см*
Сопротивление одного провода фидера в *ом* на 1 *м*	$r_1 = \frac{2}{d_{мм}\sqrt{1{,}83\,\lambda_м}}$	λ—длина волны в *м*; d—диаметр провода в *мм*
Затухание фидера	$\beta l = \frac{2r_1}{2z_c} l$	l—длина фидера в *м*
Коэфициент полезного действия фидера	$\eta = \frac{1}{1 + \left(\frac{r_2}{z_c} + \frac{z_c}{r_2}\right)\beta l}$	r_2—входное сопротивление антенны (сопротивление нагрузки на конце фидера)
	$\eta = \frac{1}{1+2\beta l}$	если $r_2 = z_c$
Входное сопротивление фидера	$z = r_2 \frac{\cos \alpha l + j\frac{z_c}{r_2}\sin \alpha l}{\cos \alpha l + j\frac{r_2}{z_c}\sin \alpha l}$	$\alpha = \frac{2\pi}{\lambda}$
	$z = r_2 = z_c$	если $r_2 = z_c$

простота конструкции, малая высота мачт ($h \approx \lambda$) и, главное, возможность использования антенны в некотором диапазоне волн.



Фиг. 312. Ромбическая антенна

Антенна представляет собой большой горизонтально расположенный ромб, длина стороны которого $l \approx 100$ *м*. В конце ромба (фиг. 312) включается активное сопротивление, равное волновому сопротивлению ромба ($z_c \approx 600$ *ом*), для получения в проводах ромба бегущей волны. Это сопротивление выполняется обычно в виде длинной ($l_1 = 500$ *м*) двухпроводной железной линии (AB), обладающей большим затуханием.

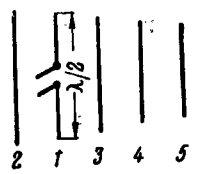
Максимум излучения в горизонтальной плоскости совпадает с направлением большой диагонали ромба в сторону железной линии.

Ромбическая антенна обладает достаточно эффективно направленным действием для волн в пределах $\lambda = (0{,}2 \div 0{,}5)\, l$. Коэфициент усиления ромбической антенны

$$g_A = \frac{480}{z_c}\left(2\pi \frac{l}{\lambda} \sin \varphi\right)^2,$$

где φ — половина острого угла ромба.

В ультракоротковолновых антеннах ($\lambda \leqslant 10$ *м*) система проводов, представляющих собой пассивное зеркало, заменяется часто сплошным экраном в виде медного или алюминиевого листа. Для ультракоротких волн часто используется вариант направленной антенны, называемый волновым каналом (фиг. 313). Провод *1* длиной $l = \frac{\lambda}{2}$ является излучающим элементом. Провод *2* $\left(l > \frac{\lambda}{2}\right)$ является рефлектором, провода *3, 4, 5* $\left(l < \frac{\lambda}{2}\right)$ принято называть направляющими, так как они расположены вдоль направления максимального излучения.



Фиг. 313. Антенна—волновой канал

ПРИЁМНЫЕ АНТЕННЫ

Приёмной антенной называется устройство, которое преобразует энергию электромагнитных волн в энергию токов высокой частоты. Передающая и приёмная антенны являются обратимыми преобразователями энергии.

Основные показатели приёмной антенны указаны в табл. 247.

Для приёма длинных и средних волн часто применяется Г-образная антенна. Действующая высота такой антенны вычисляется так же, как для передающей антенны. Для приёма радиовещательных передач можно рекомендовать Г-образную антенну из 3-*мм* бронзового канатика с горизонтальной частью длиной 30 ÷ 45 *м* и вертикальной 15 *м*.

Таблица 247

Основные показатели приёмной антенны

Название показателя	Определение показателя
Выходное сопротивление активное R_A	Сопротивление потерь и сопротивление излучения
То же реактивное X_A	Отношение напряжения к току при использовании антенны в качестве передающей (полагая, что $X_A \gg R_A$)
Действующая высота	Отношение электродвижущей силы, возникающей в антенне, к напряжённости электрического поля
Характеристика направленности	Зависимость электродвижущей силы в антенне от углов, определяющих направление приходящих волн
Коэфициент направленного действия	Число, показывающее во сколько раз надо увеличить мощность в передающей антенне, чтобы получить такое же отношение уровня полезного сигнала к уровню помех при замене направленной антенны ненаправленной
Частотная характеристика	Зависимость напряжения на выходе антенны от частоты принимаемых колебаний

Для обеспечения хорошей слышимости приёмная антенна должна иметь заземление, которое рекомендуется выполнять, как заземление для проволочных линий связи, согласно ОСТ 2574. Для заземления можно применить железный оцинкованный лист толщиной 2,5 *мм*, размером 1,5 × 0,7 $м^2$, уложенный горизонтально в землю, или несколько труб диаметром не менее 30 *мм* и длиной 4 *м*, зарытых вертикально на такую глубину, чтобы они соприкасались с грунтовыми водами.

Простейшей направленной приёмной антенной является вертикальная рамка. Действующая высота рамки

$$h_д = \frac{U_A}{E} = 2\pi N \frac{S}{\lambda} \cos \theta,$$

где N — число витков рамки;

S — площадь рамки в $м^2$ ($h_д$ и λ в *м*);

θ — угол между плоскостью рамки и направлением приходящих сигналов.

Направленное действие рамки используется для ослабления помех, наводимых с определённого направления, и для определения направления на передающую радиостанцию (пеленгация).

В случае связи на коротких волнах электромагнитная энергия доходит до пункта приёма по различным путям. Длины этих путей меняются с течением времени. В пункте приёма происходит интерференция полей,

имеющих различные фазы, и, следовательно, изменяется суммарная напряжённость поля. Это изменение напряжённости поля носит название замирания.

При установке двух или трёх приёмных антенн на расстояниях порядка десятка длин волн друг от друга замирание протекает не одновременно во всех антеннах. Для борьбы с замиранием сигнала применяют сдвоенный и строенный приём, т. е. приём на две или три антенны с отдельными приёмниками, выходы которых включены на общую нагрузку.

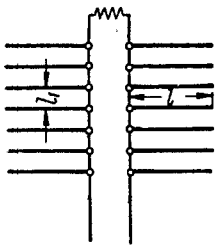
Наибольшее распространение получили следующие типы коротковолновых приёмных антенн.

1. Вертикальный или наклонный провод длиной меньше половины самой короткой из принимаемых волн

2. Симметричный горизонтальный провод длиной $\frac{1}{4}\lambda_{max} \leqslant 2l \leqslant \lambda_{min}$ диаметром $2 \div 4$ *мм*, подвешенный на двух столбах на высоте $12 \div 15$ *м* над землёй (фиг. 310).

3. Горизонтальная синфазная антенна, не отличающаяся по схеме от аналогичной передающей антенны

4. Антенна бегущей волны (фиг. 314) состоит из фидера, направленного на корреспондента, к которому присоединены N усов длиной $l < \frac{1}{4}\lambda_{min}$. Расстояние между усами $l_1 \approx \frac{1}{8}\lambda_{min}$. Антенное полотно подвешивается горизонтально на высоте порядка 15 *м*.



Фиг. 314. Антенна бегущей волны

5. Ромбическая антенна, схема которой совпадает с аналогичной схемой передающей антенны. Ромбическая антенна используется для диапазона волн в пределах

$$\frac{1}{8}l < \lambda < \frac{1}{2}l,$$

где $l \leqslant 120$ *м* — длина стороны ромба.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭНЕРГИИ

Общие сведения

Электромагнитная энергия, излучаемая передающей антенной, распространяется частично вдоль земной поверхности (так называемая поверхностная волна) и частично отрывается от земли (пространственная волна). На распространение пространственной волны сильно влияет ионизация верхних слоёв атмосферы, происходящая под влиянием лучей солнца. Степень ионизации зависит от времени суток, года и географической широты местности. Различают два основных ионизированных слоя: слой на высоте примерно 120 *км*, влияющий главным образом на распространение длинных и средних волн, и слой на высоте около 220 *км*, влияющий на распространение коротких волн.

Ионосфера частично поглощает электромагнитную энергию, частично отражает, сохраняя тем самым энергию в пределах земли.

Поверхностная волна (земной луч) затухает тем сильнее, чем короче волна. Ионизированный слой поглощает пространственную волну тем сильнее, чем длиннее волна.

На длинных и средних волнах земной луч затухает на расстоянии порядка 1 000 *км*. На коротких волнах земной луч практически исчезает на расстоянии в несколько десятков километров. Пространственный луч при коротких волнах очень слабо затухает при прохождении через ионосферу, отражается обратно к земле и вследствие этого может быть использован для целей дальней связи порядка сотен и тысяч километров. Ультракороткие волны ($\lambda < 10$ *м*) не отражаются от ионосферы, так что энергия пространственной волны для земной связи не может быть использована. Поверхностная волна очень интенсивно затухает, создавая практически поле примерно в пределах прямой видимости.

Протяжённость линии связи (кратчайшее расстояние между двумя точками A и B по дуге большого круга)

$$d_{км} = \frac{2\pi R\theta^\circ}{360^\circ},$$

где $R = 6\,400$ *км* — радиус земли;

θ — геоцентрический угол:

$$\cos\theta = \sin\varphi_1 \sin\varphi_2 + \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \cos(\alpha_1 - \alpha_2),$$

где φ_1 и φ_2 — широты, а α_1 и α_2 — долготы точек A и B. Угол γ между направлением распространения электромагнитной энергии и меридианом находится из соотношения

$$\sin\gamma = \frac{\cos\varphi_2}{\sin\theta}\sin(\alpha_1 - \alpha_2).$$

Координаты точек, лежащих на дуге большого круга, проходящего через точки A и B, могут быть определены при помощи следующей зависимости:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\sqrt{\operatorname{tg}^2\varphi_1 + \operatorname{tg}^2\varphi_2 - 2\operatorname{tg}\varphi_1 \operatorname{tg}\varphi_2 \cos(\alpha_1 - \alpha_2)}}{\sin(\alpha_1 - \alpha_2)} \times$$

$$\times \sin(\alpha + \psi),$$

где φ и α — соответственно широты и долготы искомых точек;

ψ — вспомогательный угол, определяющийся выражением

$$\psi = \operatorname{arctg}\frac{\cos\varphi_1 \sin\varphi_2 \sin\alpha_1 - \cos\varphi_2 \sin\varphi_1 \sin\alpha_2}{\cos\varphi_2 \sin\varphi_1 \cos\alpha_2 - \cos\varphi_1 \sin\varphi_2 \cos\alpha_1}.$$

Напряжённость поля

В приёмной антенне индуктируется не только электродвижущая сила от электромагнитной волны принимаемой радиостанции, но также ряд других электродвижущих сил, обусловленных помехами, называемыми радиопомехами. Радиопомехи можно разделить на

четыре основных вида: природные, индустриальные, возникающие в контурах и в лампах приёмника, и искусственные, создаваемые в военное время специальными мешающими радиостанциями. Впервые атмосферные помехи были обнаружены изобретателем радио А. С. Поповым, который в 1895 г. осуществил приём грозовых разрядов при помощи грозоотметчика. Основными источниками природных помех являются грозовые разряды между разноименно заряженными массами воздуха, паров воды и землёй, а также электризация приёмных антенн пылью, сухим песком или снегом.

Уровень атмосферных помех зависит от времени суток, имея максимум в первую половину ночи и минимум в 8 ÷ 10 час. утра. Сезонный ход природных помех имеет максимум во вторую половину лета (июль — сентябрь) и минимум зимой. В среднем отношение максимума к минимуму помех в течение суток равно 4; помехи в летние месяцы в 5 ÷ 7 раз больше зимних. Борьба с природными помехами сводится к увеличению избирательности приёмных коитуров для уменьшения ширины принимаемого спектра и к применению направленных приёмных антенн.

Величина напряжённости поля в месте приёма является основной величиной, определяющей расчёт линии связи. Необходимая напряжённость поля определяется уровнем помех и может быть установлена на основании табл. 248.

Таблица 248

Необходимое превышение силы сигнала над помехами для хорошего приёма

Вид приёма	Минимальное отношение амплитуды сигнала к помехе
Приём на слух	2
Ондуляторная запись и фототелеграф	5
Буквопечатание	25
Радиотелефон	30
Радиовещание	100

Необходимая напряжённость поля для разных условий указана в табл. 249.

Напряжённость поля для $\lambda = 60 \div 2\,000$ *м* в микровольтах на 1 *м*

$$E = 3 \cdot 10^5 \frac{\sqrt{P_\Sigma}}{d} S \frac{мкв}{м},$$

здесь

$$S = \frac{2 + 0{,}3\rho}{2 + \rho + 0{,}6\rho^2}, \quad S = \frac{\pi}{6 \cdot 10^{15} G} \cdot \frac{d}{\lambda^2},$$

где d — протяжённость линии связи в *км*;
λ — длина волны в *км*;
G — проводимость почвы; для открытой местности $G = 10^{-13}$, а для гористой местности $G = 10^{-14}$;
P_Σ — мощность излучения в *квт*.

Ультракороткие волны практически могут быть использованы для связи в пределах прямой видимости. Предельная дальность связи

$$d_{км} = 3{,}5\,(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}),$$

где h_1 и h_2 — высоты расположения передающей и приёмной антенн над землёй в *м*.

Напряжённость поля при ультракоротких волнах по Б. А. Введенскому

$$E = \frac{1\,200\,\pi}{\lambda} \sqrt{P_\Sigma} \frac{h_1 h_2}{d^2} \frac{мкв}{м},$$

где λ, h_1 и h_2 — в *м*; d — в *км*; P_Σ — в *квт*.

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ РАДИОПОМЕХИ

Воздействие индустриальных радиопомех на приём

Индустриальные помехи являются результатом колебаний, возникающих вследствие изменений тока и напряжения в цепях электроустройств. Эти колебания создают непрерывный спектр частот, амплитуды напряжений которых убывают с повышением частоты.

Возникающие в цепях электроустройств высокочастотные токи и напряжения распространяются по проводам и излучаются последними. Образующиеся вокруг электропроводки высокочастотные поля помех воздействуют на антенны и провода заземления

Таблица 249

Необходимая напряжённость поля в *мкв* на 1 *м*

Характер связи	Волны				Примечание
	длинные	средние	короткие	ультракороткие	
Телеграфия	40	15	5	7	Слуховой приём
	150	—	15	50	Быстродействующий приём
Телефония	800	150	15	150	
Радиовещание		10 000	200		В большом городе
		4 000			В среднем городе
		1 000	100		В сельской местности

приёмников как непосредственно, так и посредством других проводников, расположенных поблизости от источника помех или помехонесущей сети.

Основное мешающее действие, как показал опыт, создаётся за счёт ёмкостной и в меньшей степени индуктивной связи антенны или проводов заземления приёмника с помехонесущей сетью.

Помехи на выходе приёмника прослушиваются в виде шумов, треском, отдельных щелчков, гудения, в зависимости от типа и схемы мешающего устройства.

Напряжением индустриальных радиопомех называется максимальное высокочастотное напряжение, измеренное между зажимами подключения внешних проводников и корпусом источника помех.

Напряжённостью поля помех называется максимальное напряженне, измеренное на одпометровую штыревую антенну в направлении максимального излучения. Снижение величины напряжения и поля помех осуществляется фильтрацией, экранированием и воздействием на механизм генерации помех.

Необходимая степень подавления помех определяется приведёнными в табл. 250 нормами предельно допустимых величин напряжения и напряжённостей полей помех.

Напряжённость поля источников помех, перечисленных в 3-м и 5—7-м пунктах табл. 250, измеряется на расстоянии 1 *м*, а от остальных, за исключением промышленных установок для высокочастотного нагрева, на расстоянии 10 *м*.

В случае промышленных установок для высокочастотного нагрева измеренне напряжений помех в питающей установку электросети производится на расстоянии не менее 50 *м* от ближайшей точки установки, при условии, что питающий кабель на этом протяжении экранирован.

Измеренне помех, создаваемых электроустройствами, должно производиться при помощи измерителя помех со следующими параметрами:

1) сопротивление входа измерителя помех должно быть не меньше 75 *ом* на всём диапазоне частот измерения;

2) ширина полосы пропускания частот измерителя помех в диапазоне 0,15 ÷ 20 *мгц* должна быть равна 9 *кгц* с допуском ±10%;

3) прибор должен измерять пиковое значение при постоянной времени детекторной цепи заряда в 10 миллисекунд и разряда — 600 миллисекунд и при постоянной времени индикатора прибора, равной 200 ÷ 400 миллисекунд;

4) прибор должен быть отградуирован вместе с проводами подключения его к источнику помех.

Методы борьбы с индустриальными радиопомехами

Подавление помех может быть достигнуто уменьшением напряжения помех, создаваемого источником (т. е. устранением искрения), улучшением токоразмыкающих контактов, удалением острых концов монтажа с высоким

Таблица 250

Нормы предельно допустимых радиопомех в диапазоне частот 0,15÷60 *мгц*

№ по пор.	Источники помех	От 60 до 20 *мгц*		Менее 20 до 2,5 *мгц*		Менее 2,5 до 0,5 *мгц*		Менее 0,5 до 0,15 *мгц*	
		напряжённость поля	напряжение	напряжённость поля	напряжение	напряжённость поля	напряжение	напряжённость поля	напряжение
		в *мкв* не более							
1	Высокочастотные установки промышленного применения	50	200	50	200	100	500	250	1 000
2	Электротранспорт и связанная с ним сигнализация	10	—	10	—	25	—	50	—
3	Телеграфная аппаратура	4	20	4	20	8	40	20	100
4	Моторы, генераторы, умформеры, вибропреобразователи, релейные схемы, звонки, сварочные агрегаты мощностью свыше 0,5 *квт*	50	200	50	200	100	500	250	1 000
5	Умформеры, вибропреобразователи и генераторы, питающие радиоприёмные и переговорные устройства	2	5	2	5	2	8	2	10
6	Генераторы, питающие передающую радиоаппаратуру	4	50	4	50	8	100	20	200
7	Прочие электроустройства, включаемые в сеть, питающую радиоприёмные и переговорные устройства при её протяжённости от места подключения до приёмного устройства не более 25 *м*	2	5	2	5	2	8	2	10

напряжением, а также уменьшением излучения металлическими массами самого источника и сетью отходящих от него проводов.

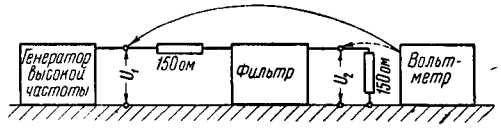
Защита от помех непосредственного излучения производится экранированием проводки источника помех, экранированием близ расположенных проводов и иногда заключением в экранированную комнату самого источнпка помех.

Во всех случаях применения экранов последние необходимо надёжно соединять с землёй

Подавление помех в сетях источника помех осуществляется посредством применеиия защитных фильтров. Степень подавлеиия помех защитным фильтром характеризуется его затуханием.

Обычно фильтры предназначены для защиты от источиков помех с произвольным внутренним сопротивлением. Поэтому согласно ГОСТ 2745-44 сопротивление нагрузки фильтров считается чисто активным и равным 150 *ом*. Внутреннее сопротивление источника обычно берётся также равным 150 *ом*.

В этом случае измерение исходных данных для расчёта рабочего затухання фильтра производится по схеме фиг. 315. Расчёт рабочего затухания в неперах производится по формуле:



Фиг. 315. Схема измерения затухания фильтра

$$b_p = \ln \frac{U_1}{2U_2}.$$

Некоторые практические результаты по защите от радиопомех, создаваемых электроустройствами

Электрические машины. Из всех типов электрических машин коллекторные машины представляют собой наиболее интенсивный источник радиопомех. Практически напряжение помехи в диапазоне 0,16 ÷ 20 *мгц* достигает $7 \cdot 10^3 \div 3 \cdot 10^4$ *мкв*. При установке защитных фильтров, состоящих из ёмкостей типа КЗ или КП величиной 0,5 ÷ 1 *мкф*, напряжение на зажимах уменьшается до 60 ÷ 500 *мкв*

Магистральные электровозы. Электровоз типа ВЛ-22 при движении с полной скоростью создаёт на расстоянии 10 *м* от оси полотна железной дороги напряжённость поля помех 2 ÷ 800 *мкв* в диапазоне частот 0,16 ÷ 20 *мгц*. При установке в цепь основного и вспомогательного электрооборудования фильтров, состоящих из ёмкостей величиной от 0,5 до 4 *мкф*, напряжённость поля уменьшается до 1 ÷ 14 *мкв*.

Электровоз типа ВЛ-19 при движении с полной скоростью создаёт на расстоянии 10 *м* от оси полотна железной дороги напряжённость поля помех 1 ÷ 500 *мкв* в диапазоне 0,16 ÷ 20 *мгц*.

При установке фильтров, состоящих из ёмкостей от 0,5 до 4 *мкф*, в цепь основного и вспомогательного электрооборудования напряжённость поля уменьшается до 1 ÷ 8 *мкв*.

Электросварочные машины. Электросварочные машины в диапазоне частот 0,16 ÷ ÷ 20 *мгц* развивают на зажимах напряжение помехи 300 ÷ $24 \cdot 10^3$ *мкв*. При установке фильтров, состоящих из ёмкостей величиной 0,5 ÷ 1 *мкф*, напряжение помехи уменьшается до 30 ÷ 150 *мкв*. Напряжённость поля помехи при этом, измеренная на расстоянии 10 *м* от машины, уменьшается с 4 ÷ 40 *мкв* до 2 ÷ 10 *мкв*.

Защитные кондеисаторы. Основными элементами защитных фильтров, состоящих из ёмкостей и индуктивностей, являются защитные конденсаторы. Как правило, у большинства защитных коидеисаторов один из зажимов выведен на корпус. Наиболее совершенными защитными конденсаторами являются конденсаторы типов КЗ и КП (проходного типа).

РАДИОСТАНЦИИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Радиостанция типа ЖР-1

Радиостанция типа ЖР-1 (железнодорожная радиостанция первая) предназначена для связи оператора сортировочной горки с машинистом горочного паровоза, маневрового диспетчера с машинистами маневровых паровозов и диспетчера и дежурных по станциям с машинистами вывозных и поездных паровозов

За разработку радиостаиции типа ЖР-1 руководителю работ Н. М. Михаленко, инженерам завода имени Казицкого Б. Ф. Карро-Эст, Г. П. Ситникову и Г. В. Хубаеву и инженеру Министерства путей сообщения Н. А. Меттасу присуждена Сталинская премия.

Каждая радиостанция типа ЖР-1 предназначена для радиотелефонной работы на двух возможных частотах, отличающихся друг от друга на 456 *кгц*.

Радиостанции, предназиаченные для определёиной линии связи, должны быть одиой серии (табл. 251).

Таблица 251

Частоты и волны радиостанцнй типа ЖР-1

Обозначение серии	Частоты в *кгц*		Длины волн в *м*	
	f_1	f_2	λ_1	λ_2
Б	2 090	2 546	144,19	117,8
В	2 110	2 566	142,13	116,9
Г	2 130	2 586	140,8	116
Д	2 150	2 606	139,5	115
Е	2 170	2 626	138,2	114

Задающий генератор передатчика и гетеродин приёмника стабилизированы кварцем. Возможные режимы работы радиостанции типа ЖР-1 указаны в табл. 252.

Таблица 252

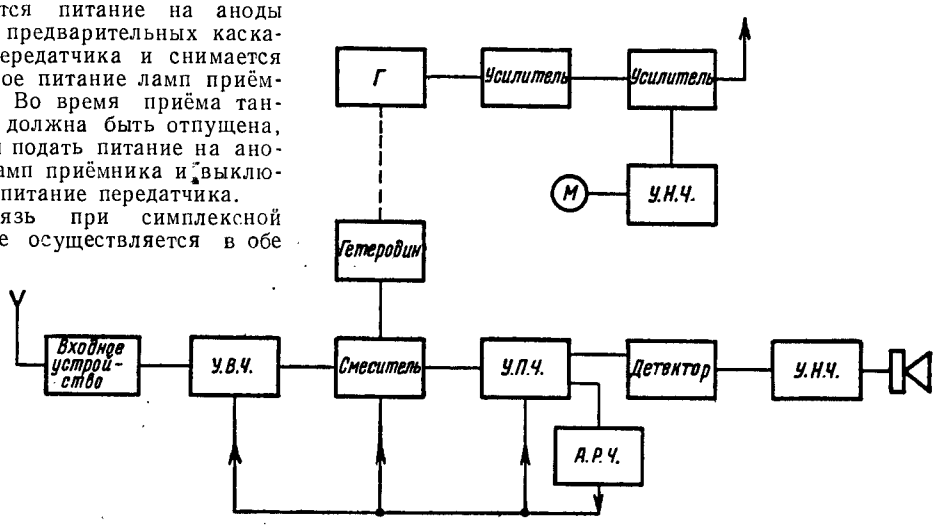
Возможные режимы работы радиостанции ЖР-1

Наименование	№ режима			
	I	II	III	IV
Частота передатчика	f_1	f_2	f_1	f_2
Частота гетеродина приёмника . . .	f_1	f_2	f_2	f_1
Режим радиостанции	Дуплекс		Симплекс	

III и IV режимы характеризуются тем, что один из кварцев, имеющий частоту соответственно f_1 или f_2, используется для стабилизации задающего генератора передатчика, а другой — для стабилизации гетеродина приёмника. Передатчик в этих режимах собран по трёхкаскадной схеме с сеточной модуляцией в последнем каскаде (фиг. 316). При нажатии тангенты микрофона подаётся питание на аноды ламп предварительных каскадов передатчика и снимается анодное питание ламп приёмника. Во время приёма тангента должна быть отпущена, чтобы подать питание на аноды ламп приёмника и выключить питание передатчика.

Связь при симплексной работе осуществляется в обе стороны на одной и той же волне, соответствующей частоте f_1 или f_2. Разность частот $(f_1 - f_2) = f_3$ равна промежуточной частоте 456 *кгц*.

I и II режимы характеризуются тем, что гетеродин приёмника используется при передаче в качестве задающего каскада передатчика. Генератор передатчика при этих режимах переключается на постороннее возбуждение, так что передатчик становится четырёхкаскадным. При дуплексной работе передача в одну сторону происходит на одной волне, в другую — на другой, т. е. на одном конце линии радиосвязи радиостанция должна работать в I режиме, на другом — во II режиме. При дуплексной работе передатчик включается при помощи тангенты во время передачи, а приёмник остаётся всё время включённым для возможности приёма в любой момент времени срочного сообщения с другого конца линии радиосвязи (фиг. 317).



Фиг. 316. Скелетная схема радиостанции типа ЖР-1

Так как приёмник на паровозе и у диспетчера по условиям эксплоатации должен быть всё время включён, то в нём предусмотрено устройство, запирающее выход приёмника при отсутствии на его входе полезного сигнала или помех, уровень которых превышает уровень полезного сигнала.

При помощи ограничителя амплитуд чувствительность приёмника может быть изменена в пределах от 50 до 800 *мкв* для защиты от помех, уровень которых не превышает уровня полезного сигнала

Радиостанция типа ЖР-1 в исправном состоянии должна удовлетворять следующим требованиям.

Ток в антенне (антенный эквивалент состоит из последовательно соединённых сопротивления $r = 2$ *ом* и конденсатора $C = 85$ *мкмкф*) должен составлять в телеграфном режиме $I_A \geqslant 2{,}1$ *а*, а в телефонном $I_A \geqslant 0{,}84$ *а*. Отклонение частоты передатчика или гетеродина от заданных значений $\Delta f \leqslant \pm 300$ *гц*. Коэфициент модуляции должен быть $m = 85\%$ при подаче на вход усилителя низкой частоты напряжения 1,5 *в* с частотой $F = 1\,000$ *гц* через сопротивление 400 *ом* (эквивалент микрофона)

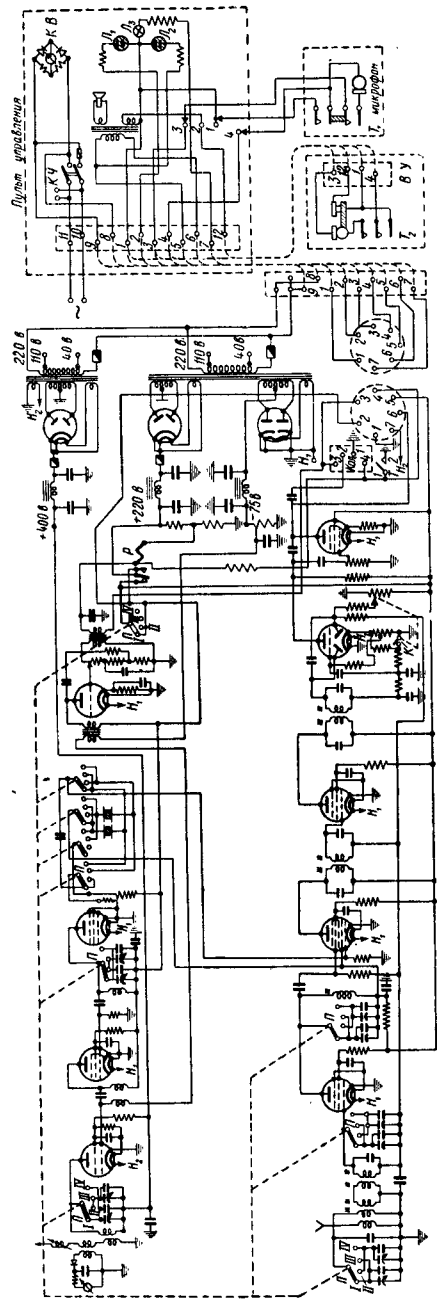
Коэфициент нелинейных искажений $K \leqslant 15\%$ при $m = 60\%$ и частоте $F = 1\,000$ *гц*. Чувствительность приёмника должна составлять $U_{вх} = 50$ *мкв* при условии получения на выходе напряжения $U_{вых} = 0{,}8$ *в* (при $m = 0{,}3$ и частоте модуляции $F = 200$ *гц*).

Напряжение собственных шумов на выходе приёмника не должно превосходить 0,3 *в*. Ширина полосы пропускания приёмника по промежуточной частоте при ослаблении коэфициента усиления на границах полосы в 2 раза должна быть не менее 5 *кгц*. Выходная мощность приёмника должна составлять около 1,5 *вт*

Радиостанция рассчитана на длительную непрерывную работу при возможных изменениях температуры от —40 до +50° и при

относительной влажности воздуха до 95%.

Питание радиостанции предусматривается от сети переменного тока с частотой 50 *гц* при напряжении 220, 110 или 40 *в*. Питание



Фиг. 317. Принципиальная схема радиостанции типа ЖР-1

стационарной радиостанции часто производится от сети с напряжением 220 *в* через феррорезонансный стабилизатор напряжения.

При изменении напряжения на входе стабилизатора на ±10% на выходе напряжение не выходит за пределы ±2%, при уменьшении напряжения на входе на 25% на выходе напряжение уменьшается на 6%.

При передаче радиостанция потребляет от сети 145 *вт*, а при приёме — 125 *вт*.

Основные показатели радиостанции типа ЖР-1 приведены в табл. 255.

Передатчик, приёмник и выпрямители смонтированы на одном общем каркасе, заключённом в железный герметический ящик. При закрытом ящике доступа к органам настройки радиостанции нет.

Размеры и вес элементов радиостанции типа ЖР-1 указаны в табл. 253.

Радиостанция типа ЖР-2

Радиостанция типа ЖР-2 является приёмопередающей симплексной ультракоротковолновой радиотелефонной радиостанцией с кварцевой стабилизацией частоты и избирательным вызовом, предназначенной для бесподстроечной радиосвязи.

Радиостанция типа ЖР-2 предназначена для установки на паровозах и в стационарных условиях.

Стационарные радиостанции существуют трёх видов: горочные, маневровые и линейные.

Паровозные радиостанции для всех видов связи однотипны.

Все элементы радиостанции конструктивно выполнены в виде блоков, которые соединяются между собой кабелями.

К радиостанции может придаваться шесть комплектов кварцев. Каждый комплект состоит из четырёх кварцев соответствующих частот. Радиостанция может быть настроена в диапазоне 156 ÷ 166 *мгц* на четыре рабочие частоты, соответствующие одному комплекту кварцев.

Переход с одной частоты на другую осуществляется нажатием соответствующей кнопки на пульте управления.

Переход с приёма на передачу производится нажатием тангенты.

Избирательный вызов паровоза осуществляется нажатием соответствующей кнопки на пульте посылки избирательного вызова. Вызов на паровозе принимается в виде тональной посылки, прослушиваемой в динамике в течение 2 сек.

Передатчик имеет пять каскадов с 54-кратным умножением частоты. Возбудитель передатчика кварцевый, смонтирован на лампе 6Ж3П с контуром в аноде, настроенным на вторую гармонику частоты кварца. Первый утроитель частоты смонтирован на лампе 6П6С, второй утроитель частоты — на лампе 6П6С, третий утроитель частоты — на лампе ГУ-32 и усилитель мощности — на лампе ГУ-32.

Выходной контур усилителя мощности имеет регулируемую трансформаторную связь со входом антенного коаксиального фидера. Напряжение звуковой частоты поступает на каскад предварительного усиления на лампе 6Ж3П, затем на каскад ограничения амплитуд на лампе 6Х6С и далее на частотный модулятор на лампе 6Ж3П. Отклонение частоты передатчика составляет 5 ÷ 6 *кгц*.

Приёмник выполнен по супергетеродинной схеме на 13 лампах с двойным преобразованием частоты.

В схеме применён электронный подавитель шумов, смонтированный на лампе 6Н8С,

Таблица 253

Габаритные размеры и вес элементов радиостанций типа ЖР-1

Наименование элементов радиостанции	Габаритные размеры элементов в *мм* с допуском ± 5 *мм*		Вес в *кг*
	без выступающих частей	с выступающими частями	
Приёмо-передатчик в ящике	628×362×275	750×414×310	54
Приёмо-передатчик без ящика	530×342×207	593×328×207	27
Пульт управления паровозной радиостанции	233×120×265	267×180×265	8
Пульт управления стационарной радиостанции	233×120×265	254×180×300	8
Вынесенное переговорное устройство	133×105×303	198×105×303	3,5
Стабилизатор напряжения	382×170×164	382×170×202	16
Ящик для переноски радиостанции	633×363×238	749×377×238	8

обеспечивающий включение приёмника только при поступлении на вход приёмника сигнала с достаточным уровнем.

Усилитель высокой частоты, кварцевый гетеродин, первый и второй преобразователи частоты выполнены на лампах 6Ж3П. Первый и второй каскады усилителя промежуточной частоты, удвоитель и первый каскад усилителя низкой частоты работают на лампах 6К7. Частотный детектор собран на лампе 6Х6С.

Выходной каскад усилителя низкой частоты выполнен на лампе 6П6С. Ширина полосы пропускания приёмника составляет 60 *кгц*

Приёмник имеет трансформаторный выход, рассчитанный на работу 3-*вт* динамика.

Осиовные показатели радиостанции типа ЖР-2 приведены в табл. 255.

Для контроля работы приёмника и передатчика, дистанционного переключения каналов радиостанции и перевода её иа приём или передачу, приёма и передачи избирательного вызова радиостанция типа ЖР-2 снабжена следующими дополиительными блоками: блоком с измерительным элементом и коммутирующим устройством, блоком с измерительным элементом и приёмником избирательного вызова,блоком с измерительным элементом и прнборами дистанционного управления линейными радиостанциями по проводной цепи, блоком передачи избирательного вызова

Включение питания радиостанции, переключение её с приёма на передачу, производство вызова диспетчера, переключение рабочих частот и изменение громкости приёма производятся с пульта управления.

Для ведения переговоров между составителем и маневровым диспетчером и операторов с машинистами паровозов в радиостанции предусмотрено специальное дополнительное переговорное устройство

Питание радиостанции осуществляется от селенового выпрямительного устройства, рассчитанного на включение в сеть переменного тока с напряжением 41 *в*. С выхода выпрямителя снимаются следующие напряжения: +26 *в* — для накала ламп, питания пульсмоторов и реле; +300 *в* и +450 *в* — для питаиия анодных и экранных цепей ламп и —100 *в* — для смещения. Для питания радиостанции в стационарных условиях предусмотрен стабилизатор напряжения, вход которого рассчитан на напряжение сети переменного тока 120 и 220 *в*.

Радиостанция типа «Урожай»

Радиостанция типа «Урожай» используется для быстрого обеспечения оперативной связи между отдельными объектами на новостройках Мннистерства путей сообщеня.

Радиостанция типа У-1 («Урожай») обеспечивает беспоисковое вхождение в связь и бесподстроечное ведение связи.

Частоты кварцев радиостанций приведены в табл. 254.

Таблица 254

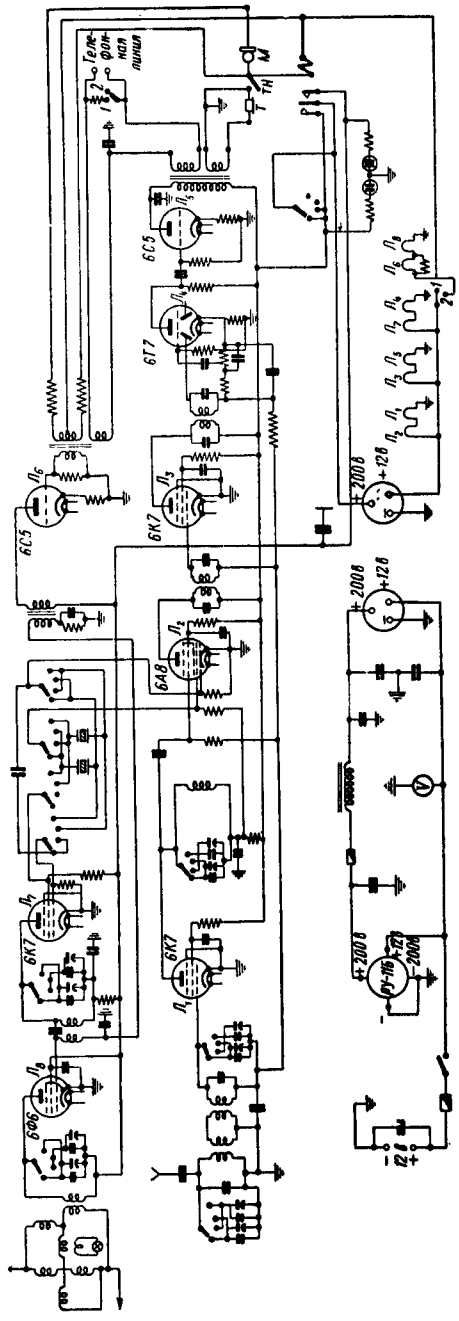
Частоты кварцев радиостанций У-1 различных серий

Обозначение серии	Частоты в *кгц*	
	первая	вторая
Л	2 740	2 234
М	2 720	2 264
Н	2 700	2 244

Разность частот двух кварцев одной серии, составляющая 456 *кгц*, равиа промежуточной частоте приёмника.

При использовании радиостанции типа «Урожай» в системе МПС кварцы радиостанции заменяются кварцами радиостанции типа ЖР-1 с соответствующей перестройкой контуров высокой частоты передатчика и приёмника

Радиостанции различных серий во избежание взаимных помех должны быть разнесены на расстояние не менее 1 *км*. Радиостанции одной и той же серии, используемые для разных линий связи, желательно разнести на расстояние не менее 100 *км*. Радиостанция позволяет осуществлять симплексную и дуплексную телефонную связь. При дуплексной работе можно включить радиостанцию в телефонную сеть (фиг. 318). Основные показатели радиостанции типа У-1 приведены в табл. 255 (см. стр. 832).



Фиг. 318. Принципиальная схема радиостанции типа У-1 («Уголжар»)

Радиостанция типа РК-0,5

Радиостаиция типа РК-0,5 иашла широкое применение иа транспорте. В частности, радиостанции РК-0,5 используются при организации связи со снегоочистителями.

Радиостанция РК-0,5 устанавливается в 20-*m* вагоне снегоочистительиого поезда и используется для поддержания симплексной телеграфной связи с дистаицией пути. Стационарная установка часто выиосится за пределы города, где меиьше уровень помех. Радиосвязь осуществляется обычио во время стоянки снегоочистителя. Протяжёниость линии связи достигает 360 *км*.

Передатчик радиостаиции собраи по трёхкаскадиой схеме. Модуляция и манипуляция передатчика производятся измеиением иапряжеиия в цепи управляющей сетки лампы третьего каскада. Диапазон волн передатчика разбивается на четыре поддиапазона. Второй каскад в первом и во втором поддиапазонах используется в режиме усиления,в третьем и четвёртом поддиапазонах — в режиме удвоения частоты (фиг. 319).

В комплект радиостанций типа РК-0,5 входит приёмник типа ПР-4 (фиг. 320).

Анодиые цепи приёмиика потребляют ток 50 *ма* при напряжении 220 *в*.

Для питания анодных цепей используется умформер типа РУ-11Б. Цепи накала приёмника потребляют ток 1,2 *а* от аккумуляторной батареи с иапряжением 12 *в*.

Осиовиые показатели радиостанции типа РК-0,5 приведены в табл. 255.

ВНУТРИСТАНЦИОННАЯ РАДИОСВЯЗЬ

Примеиеиие радиосвязи для управлеиия виутристанционной работой локомотивов способствует ускореиию производства маиёвров, повышеиию производительности труда и ускорению оборота вагоиов.

Примериая схема организации радиосвязи иа сортировочных стаициях приведеиа на фиг. 321.

Оборудование стационарного пункта

В комплект стациоиарной радиостаиции входят радиостаиция типа ЖР-1 (приёмопередатчик, пульт управлеиия с микрофоиом, стабилизатор напряжеиия), аитенное устройство и устройство заземления.

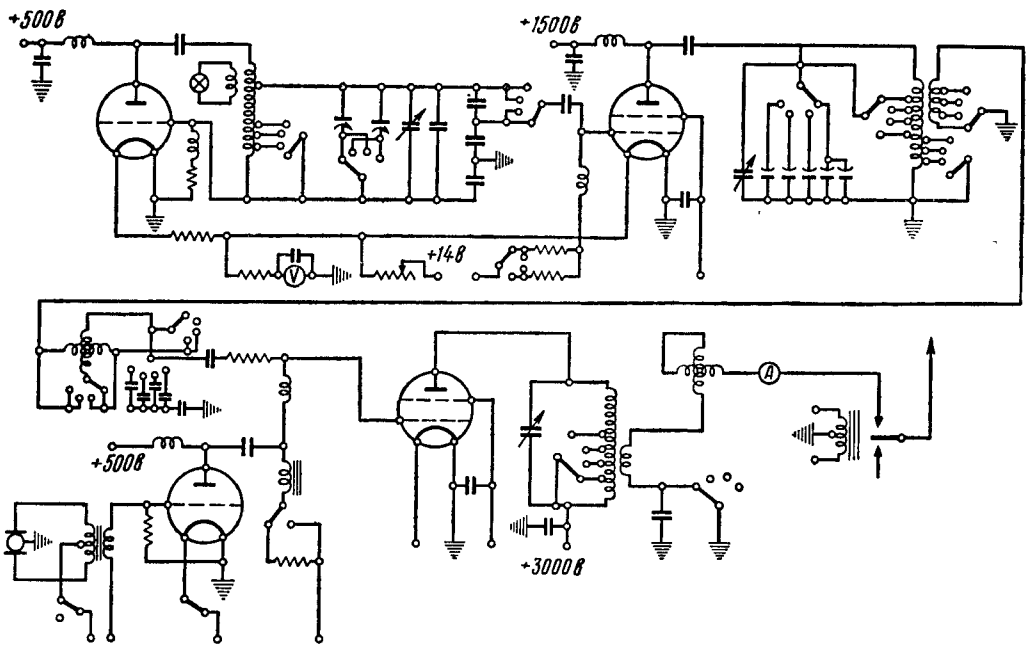
Оборудование на стационарных пунктах устаиавливается в помещеииях маневровых диспетчеров и горочиых операторов (фиг. 322).

Пульт управлеиия с микрофоиом монтируется иа рабочем месте маневрового диспетчера и горочиого оператора. Обычио иа крыше здания устаиавливается мачта высотой 8 *м*, поддерживаемая тремя оттяжками, на которой подвешивается приёмо-передающая антениа, сделаииая из провода ПАГ-10 длиной 10÷20 *м*. Непосредствеиио у фуидамента здаиия устраивается заземление согласио ГОСТ 464-41. Величииа сопротивлеиия заземлеиия не должиа превосходить 5÷10 *ом*. Приёмо-передатчик и стабилизатор напряжеиия устаиавливаются на стеиных кроиштейнах, в удобном для монтажа месте. Соединительный монтаж обычио выполияется проводом марки ПР.

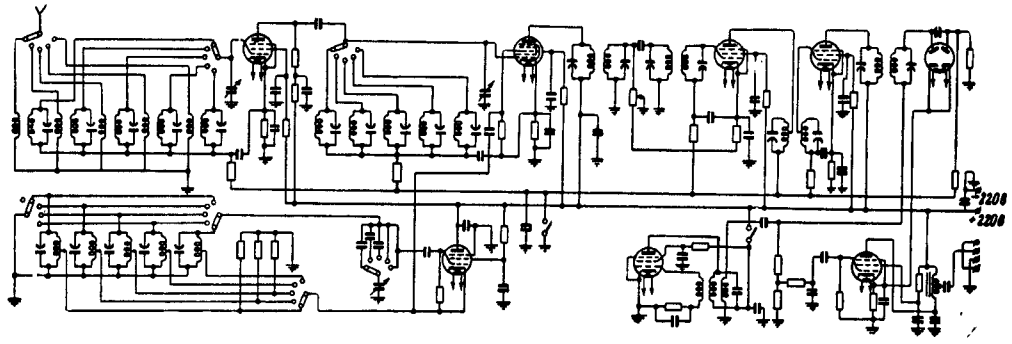
Устаиовку радиостаиции иеобходимо производить иа достаточиом расстоянии от возможных источиików помех или применять соответствующие защитные фильтры.

Оборудование паровозов устройствами радиосвязи

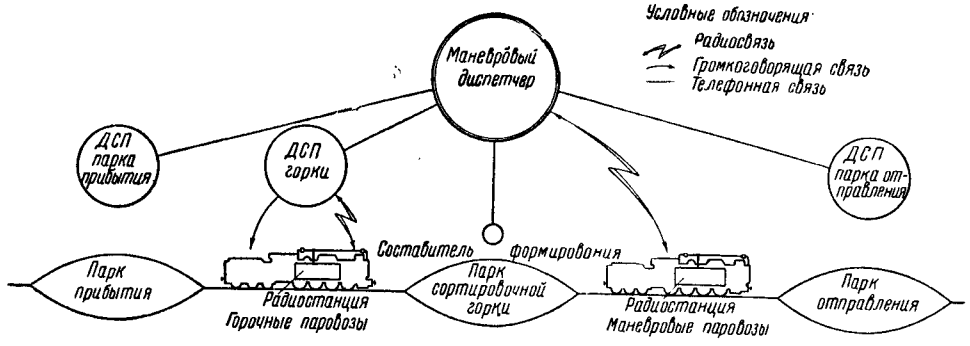
В комплект паровозной радиостанции входят: радиостанция типа ЖР-1 (приёмо-передатчик, пульт управления с микрофоном и



Фиг. 319. Принципиальная схема радиостанции типа РК-0,5



Фиг. 320. Принципиальная схема приёмника типа ПР-4



Фиг. 321. Схема организации радиосвязи на сортировочной станции

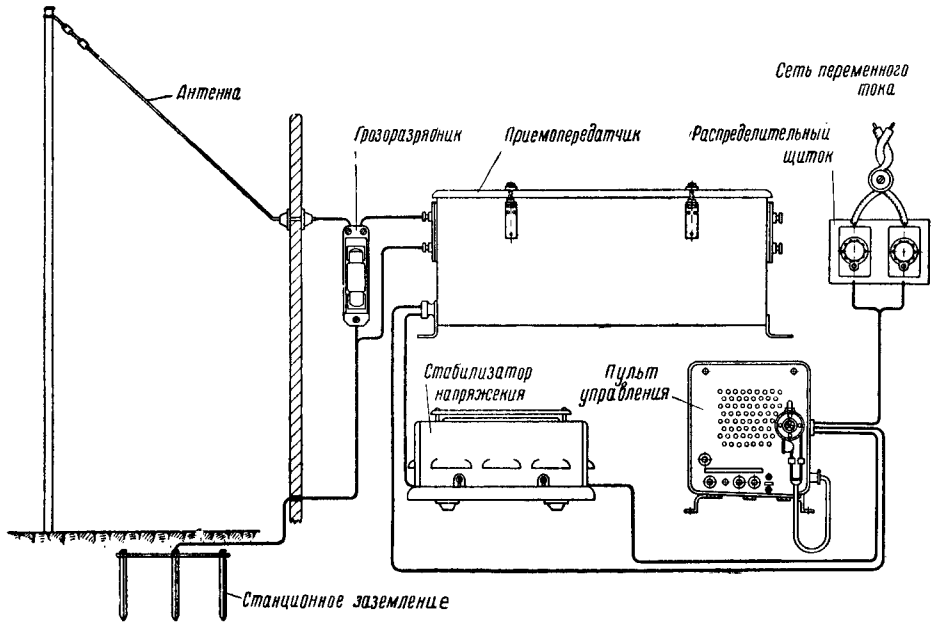
Таблица 255

Показатели передатчиков и приёмииков радиостанций малой мощности

Наименование показателя	Тип радиостанции			
	РК-0,5	У-1 («Урожай»)	ЖР-1	ЖР-2
Состав радиостанции	Передатчик РК-0,5, приёмник ПР-4, пульт управления, умформер РУК-300В, умформер РУ-11В, силовой агрегат, аккумуляторная батарея 5-НКН-100, антенное реле, антенное устройство, запасное имущество	Приёмо-передатчик, блок питания с умформером РУ-11Б, шланг с колодкой, микротелефонная трубка, антенна, репродуктор «Рекорд», аккумуляторная батарея, запасное имущество	Приёмо-передатчик, пульт управления с динамиком и микрофоном, вынесенное переговорное устройство (к паровозной установке), стабилизатор напряжения (к стационарной установке), запасное имущество	Передатчик, приёмник, выпрямительное устройство, блок селекторного вызова и измерительного элемента, пульт управления с динамиком и микрофоном, дополнительное переговорное устройство (к паровозной установке)
Диапазон волн	25÷120 *м*—плавный передатчика, 25 ÷ ÷1 800 *м* — плавный приёмника	100÷140 *м*—две фиксированные волны, различные для различных серий	114÷144 *м* — две фиксированные волны, различные для различных серий	1,80÷1,92 *м* — четыре фиксированные волны, различные для различных серий
Мощность передатчика	300÷400 *вт*	1 *вт*	2 *вт* с паровозной антенной, 5 *вт* со стационарной антенной	15÷20 *вт*
Род работы	Телефон, телеграф, симплекс	Телефон, дуплекс, симплекс	Телефон, дуплекс, симплекс	Телефон, симплекс
Вид модуляции	Амплитудная	Амплитудная	Амплитудная	Частотная узкополосная
Дальность действия	600÷2 000 *км* — телеграф, 300 ÷ ÷ 1 000 *км* — телефон	10÷15 *км* на 4-*м* антенну, 30 *км* на 15-*м* антенну	6 *км* при связи с паровозом	15÷20 *км*
Лампы передатчика	ГУ-4—2 шт. ГКЭ-100—1 шт. ГКЭ-500—1 »	6К7—1 шт. 6С5—1 » 6Ф6—1 » 6А8—1 » (общая с приёмником)	6П3—1 шт. 6Ф6—1 » 6К7—1 » 6С5—1 » 6А8—1 » (общая с приёмником)	6Ж3П—3 шт. 6П6С —2 » ГУ-32 —2 » 6Х6С—1 шт.
Источники питания	Бензиновый двигатель Л6/3 или трёхфазный. Электромотор 5÷7,5 *квт* с генератором РДН-2500. Умформер РУК-300В. Аккумуляторная батарея 5-НКН-100. Умформер РУ-11Б	Аккумуляторная батарея 12 *в*. Умформер РУ-11Б	Сеть переменного тока с напряжением 220 или 110 *в* или турбогенератор ТГ-1Р с напряжением 40 *в*	Сеть переменного тока с напряжением 220 или 110 *в* или турбогенератор ТГ-1Р с напряжением 40 *в*
Потребляемая мощность	3 100 *вт*	60÷100 *вт*	145 *вт* (без стабилизатора)	265÷435 *вт*
Антенна	Полутелескопическая мачта-антенна—10 *м*, противовес—5 лучей по 2 *м*	Провод длиной 4÷ ÷5 *м* или 15 *м* для передатчика и провод длиной 4÷15 *м* для приёмника	Провод длиной 7÷ ÷ 10 *м* для передатчика на паровозе, провод длиной 10 ÷ ÷ 15 *м* для передатчика стационарной установки, провод длиной 6÷7 *м* для приёмника на паровозе и 8÷10 *м* для приёмника стационарной установки	Трубка длиной порядка $\frac{1}{4}\lambda$ на паровозе, два вертикальных провода длиной по полволны для стационарного устройства

Продолжение табл. 255

Наименование показателя	Тип радиостанции			
	РК-0,5	У-1 («Урожай»)	ЖР-1	ЖР-2
Продолжительность работы	Непрерывная работа 1 час	Лимитируется ёмкостью аккумуляторов	Не ограничена	
Чувствительность приёмника	4 *мкв*—телеграф, 10 *мкв*—телефон	10÷20 *мкв*	50 *мкв*	5÷8 *мкв*
Лампы приёмника	6К7—6 шт. 6А7—1 » 6Х6—1 »	6К7—2 шт. 6С5—1 » 6Г7—1 » 6А8—1 » (общая с передатчиком)	6К7—2 шт. 6Г7—1 » 6Ф6—1 » 6А8—1 » (общая с передатчиком)	6Н8С—1 шт. 6Ж6П—4 » 6К7—4 » 6Х6С—1 » 6П6С—1 »
Вес	560 *кг*	22 *кг*	27 *кг* (приёмо-передатчик)	140÷200 *кг* (приёмо-передатчик)
Габариты в *мм*	Возбудитель 390×340×240, мощный блок 450×600×820, приёмник 320×130×200	372×235×233 (общие всей радиостанции)	598×328×207 (приёмо-передатчик)	1325×450×473 (приёмо-передатчик)



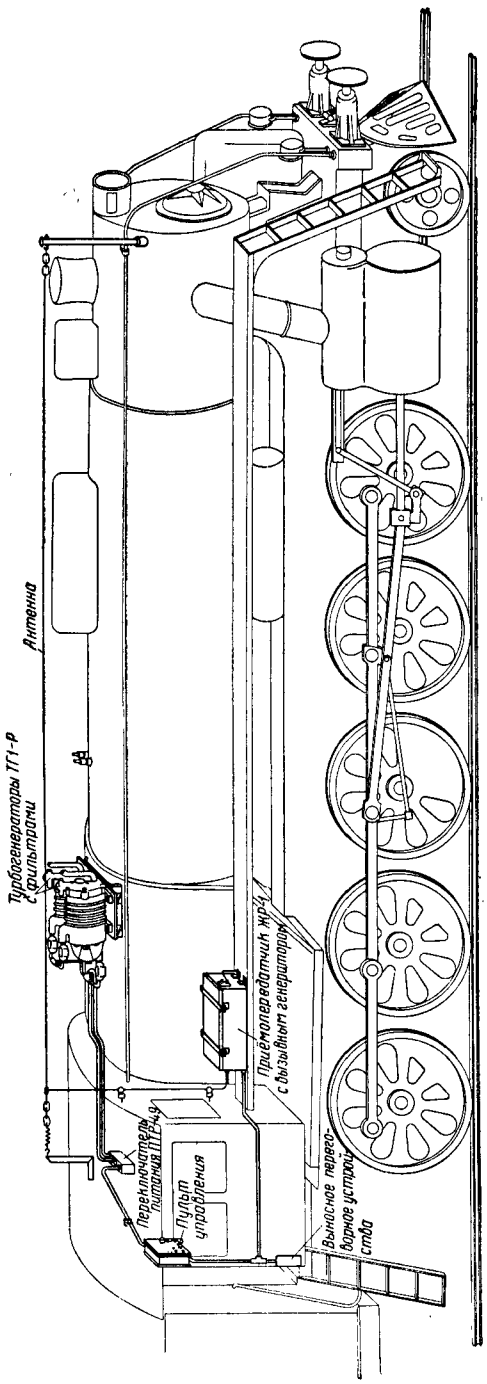
Фиг. 322. Скелетная схема стационарного пункта

выносное переговорное устройство), турбогенератор типа ТГ-1-Р, переключатель типа ПТР-49 и антенное устройство.

Приёмо-передатчик устанавливается на площадке с правой стороны котла паровоза на расстоянии 300÷500 *мм* от будки, пульт управления — на задней стенке будки, со стороны машиниста; выносное переговорное устройство — под будкой с правой стороны, в месте, удобном для пользования им составительской бригадой, а переключатель ПТР-49 — на задней стенке будки со стороны помощника машиниста (фиг. 323).

Для обеспечения бесперебойного питания применяются два турбогенератора: один основной, другой резервный. Устанавливаются

турбогенераторы, как правило, на плите, приваренной к существующему кроштейну. Для уменьшения помех на выходные зажимы турбогенератора со стороны переменного и



Фиг. 323. Установка радиостанции типа ЖР-1 на паровозе

постоянного токов надлежит включить ёмкостные фильтры, состоящие из проходных конденсаторов КП ёмкостью 1 *мкф*.

Приёмо-передающая антенна представляет собой провод ПАГ-10 длиной 8÷10 *м*, натянутый параллельно оси котла, изолированный от стоек орешковыми изоляторами. Снижение выполняется проводом ПРГ.

Для уменьшения стрелы провеса со стороны задней стойки устанавливается пружина, натяжение которой регулируется стяжным крюком. Для заземления радиостанции к площадке паровоза приваривается стальная полоса, к которой припаивается медный провод ПРГ, соединяемый с зажимом *3* приёмопередатчика. Соединительный монтаж, как правило, выполняется проводом ПРГ в железных трубках.

Реконструкция радиостанции типа ЖР-1 для работы на одну антенну

Применение одной антенны на паровозе и стационарном пункте для целей приёма и передачи (фиг. 324) позволяет выполнить антенное устройство улучшенного качества и сделать его конструкцию более надёжной.

В качестве входных контуров приёмника используются антенный и промежуточный контуры передатчика, которые обладают добротностью порядка 100. Вследствие этого усиление входных контуров приёмника становится равным 5÷10 в зависимости от сопротивления антенны, а усиление зеркальной помехи получается примерно в 10 000 раз меньше усиления полезного сигнала.

Оборудование радиостанции типа ЖР-1 помехозащитным устройством

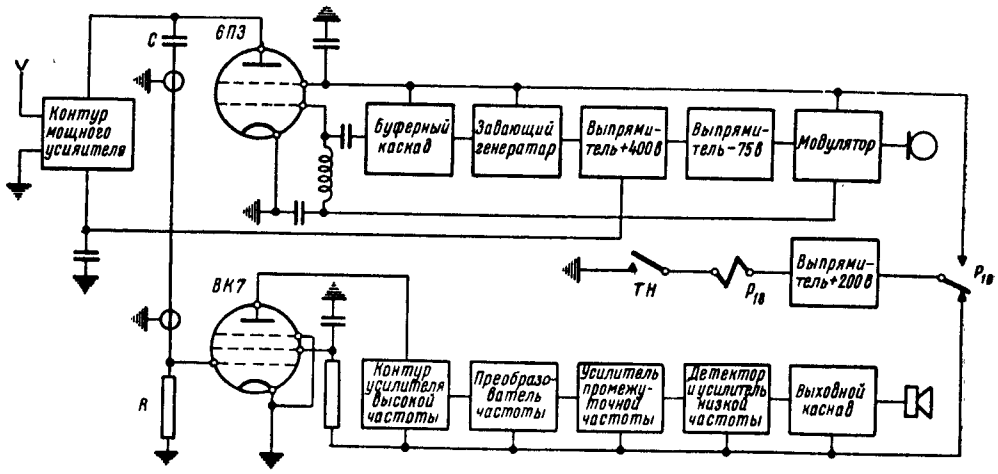
Ввиду отсутствия в радиостанции типа ЖР-1 надёжной защиты от помех шумы и трески, создаваемые громкоговорителем, мешают нормальной работе диспетчеров и в некоторых случаях понижают эффективность использования средств радиосвязи.

Оборудование стационарной радиостанции типа ЖР-1 помехозащитным устройством Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта МПС позволяет устранить влияние помех при ожидании приёма (фиг. 325).

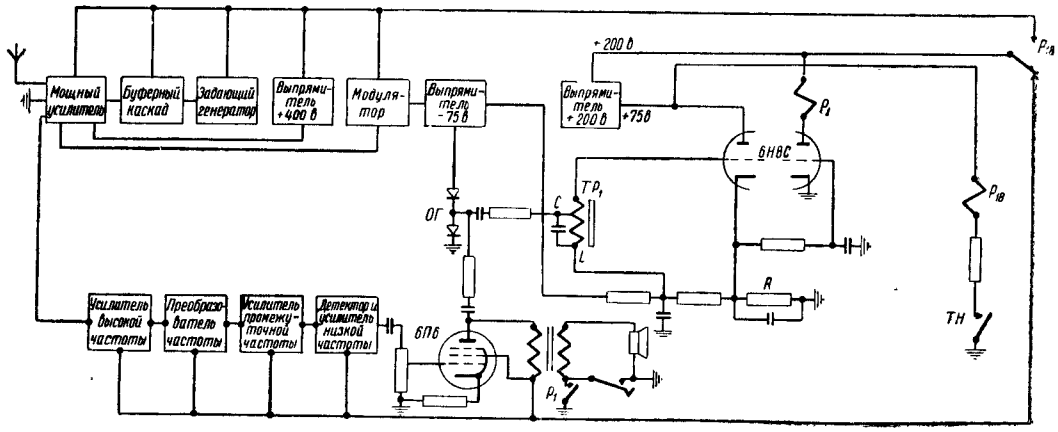
Нормально цепь громкоговорителя радиостанции отключена контактами реле P_1. Оба триода лампы 6Н8С заперты. При приёме вызывного сигнала с паровоза с частотой 1 000 *гц* напряжение с выходного каскада приёмника, ограниченное амплитудным ограничителем *ОГ*, выделяется на контуре *LC* трансформатора Tp_1, благодаря чему отпирается левый триод лампы 6Н8С. Ток его создаёт падение напряжения на сопротивление *R*, вследствие чего отпирается правый триод лампы 6Н8С, обеспечивая тем самым срабатывание реле P_1 и подключение громкоговорителя к выходному трансформатору. В результате в громкоговорителе будет слышен вызывной сигнал с частотой 1 000 *гц*.

Вызов диспетчера (фиг. 326) производится при помощи кнопки *ВК*, при нажатии которой включается передатчик и схема модулятора переключается так, что каскад начинает генерировать звуковую частоту 1 000 *гц* и модулировать передатчик радиостанции.

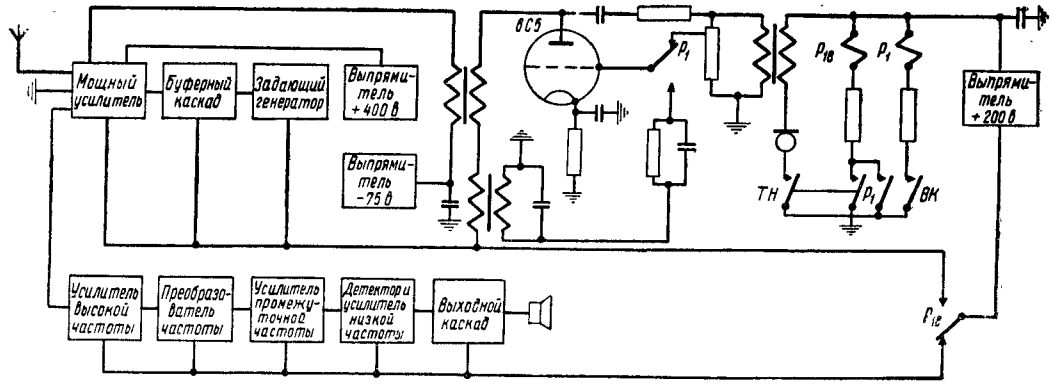
Перевод радиостанции с приёма на передачу производится, как обычно, при помощи тангенты *Тн*.



Фиг. 324. Схема реконструкции радиостанции типа ЖР-1 для работы на одну антенну



Фиг. 325. Схема оборудования стационарной радиостанции типа ЖР-1 помехозащитным устройством



Фиг. 326. Схема оборудования паровозной радиостанции типа ЖР-1 вызывным генератором

Элементы проектироваиия внутристанционной радиосвязи

Скелетная схема внутристанционной радиосвязи составляется на основании материалов изысканий, позволяющих определить количество стационарных пунктов и паровозов, оборудуемых устройствами радиосвязи.

При использовании радиостанции типа ЖР-1 для внутристанционной связи следует считать дальность её действия равной 4÷6 *км* в зависимости от уровня индустриальных помех в месте установки стационарной радиостанции. Напряжение помех на зажимах антенны длиной 10÷20 *м* обычно составляет 100÷600 *мкв*. Место с наименьшим уровнем индустриальных помех определяется экспериментально с помощью измерителя помех типа ИП-12М. При отсутствии проводов на пути распространения электромагнитной волны затухание её составляет 5÷7 *дб/км* для диапазона частот 2÷2,6 *мгц*.

Для исключения взаимных помех между соседними узлами радиосвязи стационарные радиостанции, работающие на одних и тех же частотах, необходимо располагать на расстоянии не ближе чем 12÷15 *км* одна от другой. Радиостанции, работающие на частотах, отличающихся на 20 *кгц*, надлежит располагать не ближе чем на 1÷1,5 *км* одна от другой. Внутристанционную радиосвязь, как правило, организуют по симплексной системе, что даёт возможность использовать вторую частоту радиостанции для другого узла радиосвязи и применить одну антенну для целей приёма и передачи. Для устранения прослушивания помех при ожидании приёма стационарные радиостанции рекомендуется оборудовать помехозащитными устройствами.

Проводку цепей переменного тока следует производить проводами сечением 2,5÷4 *мм*², а монтажные соединения между отдельными блоками — проводами сечением не менее 1,5 *мм*².

ПОЕЗДНАЯ РАДИОСВЯЗЬ

Общие сведения

Введение иа железнодорожиом транспорте двусторонней радиосвязи поездного диспетчера с машинистами поездных паровозов содействует сокращению продолжительности стоянок поездов на перегонах и станциях, упрощению проведения регулировочиых мероприятий по введению поездов в график и повышению безопасности движения поездов.

Принципы организации поездной радиосвязи

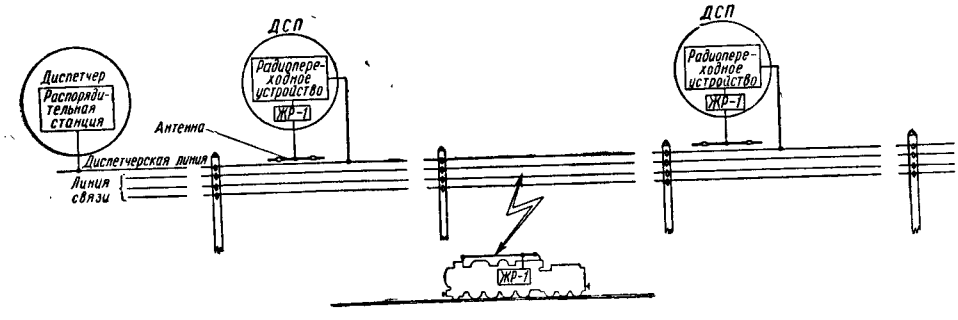
Связь поездного или узлового диспетчера с машинистами поездных или передаточных паровозов является радиопроводной (фиг. 327). Энергия звуковой частоты от диспетчера, находящегося на распорядительной станции, преобразуется в электрическую энергию, передаваемую по линии диспетчерской поездной связи до промежуточного пункта, вблизи которого находится паровоз; здесь электрические колебания звуковой частоты воздействуют на передатчик стационарной радиостанции. Подключение радиостанции к диспетчерской линии связи и комм.тация её на прнём или передачу осуществляются при помощи селектора и радиопроводного устройства. Полученная от передатчика энергия высокой частоты в зависимости от принятой схемы канализируется и излучается пучком проводов линии связи или антенным устройством и принимается приёмником паровозной радиостанции.

Пучок проводов линии связи используется в том случае, если он содержит цветные цепи и удаление его от полотна железной дороги на всём протяжении диспетчерского участка не превосходит 30÷50 *м*. Применение пучка проводов, имеющего цветные цепи, позволяет уменьшить затухание энергии при её распространении вдоль полотна железной дороги до 1÷1,2 *дб/км*. При этом затухание энергии перпендикулярно пучку проводов составляет 0,5÷0,6 *дб/км*. Обычно при оборудовании диспетчерского участка поездной радиосвязью применяют симплексную радиосвязь и работу радиостанции на одну антенну, для чего переоборудуют приёмо-передатчик по схеме фиг. 324 и используют устройство группового избирательного вызова, разработанное Центральиым научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта МПС, обеспечивающее включение громкоговорителя приёмника только на время прохождения вызова и разговора.

Групповой избирательный вызов

Для взаимного группового избирательного вызова и управления включением громкоговорителя радиостаиция типа ЖР-1 оборудуется дополнительным устройством и блоком управления (фиг. 328).

Схемное и конструктивное решение дополнительного устройства как для паровоз-



Фиг. 327. Схема органнзации поездной диспетчерской радиосвязи

ных, так и для стационарных радиостанций однотипно. Различие заключается только в способе присоединения выводов трансформатора к контактам реле P_1.

В исходном положении, т. е. при повешенном на рычаг микрофоне, цепь громкоговорителя разомкнута контактом рычага и контактом реле P_1 дополнительного устройства. Реле P_1 срабатывает и замыкает цепь громкоговорителя только в случае появления на выходе приёмника радиостанции сигнала, модулированного тональной частотой.

Вызов осуществляется посылкой сигнала частотой 665 и 1 000 *гц*.

При нажатии вызывной кнопки *ВК* дополнительное устройство работает как генератор тональной частоты и модулирует передатчик радиостанции. Продолжительность вызывного сигнала принята 4 сек. и не зависит от длительности нажатия кнопки.

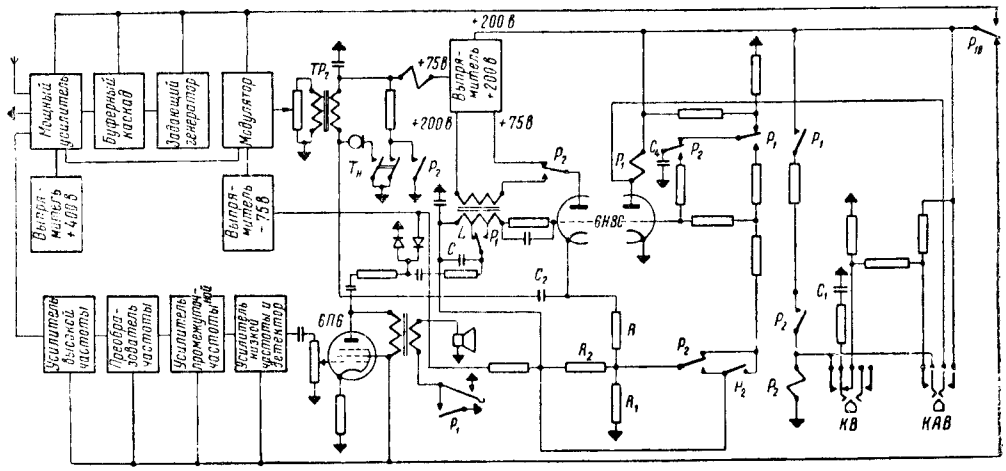
Напряжение звуковой частоты, снимаемое с сопротивления R, подаётся на первичную обмотку микрофонного трансформатора Tp_2.

Продолжительность вызова определяется временем замедления реле P_1 на отпускание, которое зависит от разряда конденсатора C_4.

Когда напряжение на конденсаторе C_4 становится меньше напряжения на сопротивлении R_1, правый триод лампы 6Н8С запирается, реле P_1 отпускает свой якорь и обрывает цепь блокировки реле P_2. Посылка вызова прекращается и схема приходит в исходное положение.

Посылка аварийного вызова осуществляется нажатием кнопки аварийного вызова *КАВ*, при этом реле P_2 получает питание непосредственно от +200 *в*.

При посылке аварийного вызова реле P_1 не срабатывает, поэтому частота вызывного сигнала будет равна 665 *гц* при посылке



Фиг. 328. Схема оборудования радиостанции типа ЖР-1 устройствами группового избирательного вызова

На приёмном конце под действием этого сигнала через 1 сек. срабатывает реле P_1 и замыкает своими контактами цепь громкоговорителя. Вызывной тональный сигнал прослушивается в течение 3 сек., хорошо воспринимается в любых условиях и привлекает внимание абонента.

По окончании тонального вызова реле P_1 на приёмном конце остаётся ещё включённым в течение 10 сек. В это время производится вызов требуемого абонента голосом.

Абонент, услышав вызов, снимает микрофон с рычага и ведёт разговор обычным порядком; при снятом с рычага микрофоне цепь громкоговорителя замыкается контактом рычага помимо реле P_1. Этот разговор другие абоненты не слышат.

При посылке вызова нажатием кнопки *ВК* конденсатор C_1 разряжается через обмотку реле P_2. Последнее срабатывает и переключает схему левого триода лампы 6Н8С в режим генератора, настроенного на частоту 1 000 *гц* на паровозах и 665 *гц* на стационарных радиостанциях. Одновременно радиостанция переключается с приёма на передачу и реле P_1 срабатывает.

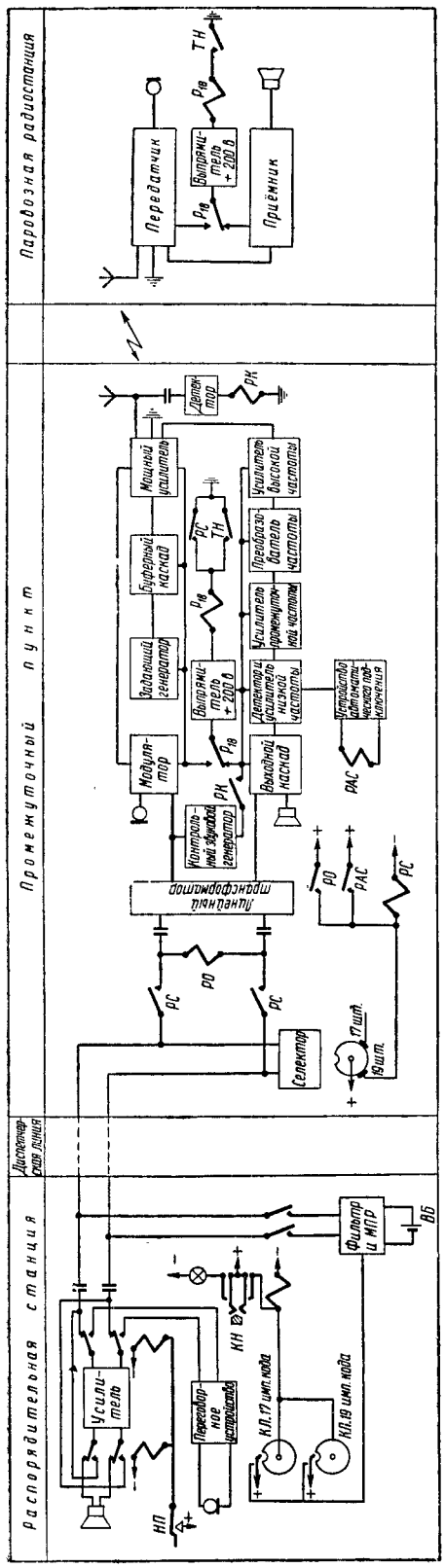
сигнала с паровоза и 1 000 *гц* при посылке с промежуточного пункта.

При отсутствии вызывного сигнала лампа 6Н8С заперта отрицательным напряжением, выделяющимся на сопротивлениях R_1 и R_2. Реле P_1 и P_2 выключены из цепи питания.

При приёме напряжение вызывного сигнала с анода лампы 6П6 подаётся на ограничитель амплитуд и далее на резонансный контур LC и на сетку левого триода лампы 6Н8С. Благодаря наличию ограничителя обеспечивается защита приёмника тонального вызова от перегрузки и устраняется ложное срабатывание.

Вследствие анодного детектирования создаётся напряжение на сопротивлении R_1, от которого открывается правый триод лампы 6Н8С, срабатывает реле P_1 и замыкается цепь громкоговорителя, в результате чего вызов будет прослушиваться в течение 3 сек.

После окончания вызова цепь громкоговорителя будет ещё в течение 10 сек. замкнута вследствие того, что к сетке правого триода лампы 6Н8С подключается конденсатор C_4, предварительно заряженный до +200 *в*.



Фиг. 329. Схема прохождения сигнала поездной радиосвязи с автоматическим подключением радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи

В течение этих 10 сек. производится вызов требуемого абонента голосом.

Абоненты, которые не сняли с рычага микрофоны, разговора не слышат, так как цепь громкоговорителя по истечении 10 сек. выключается контактом реле P_1.

Схемы подключения

Схема с автоматическим подключением радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи. Схема (фиг. 329) даёт возможность автоматического подключения радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи по желанию диспетчера или машинистов паровозов.

Для вызова машиниста диспетчер нажимает кнопку *Кн*, обеспечивая тем самым подключение вызывной батареи *ВБ* к диспетчерской линии связи. Далее диспетчер посылает при помощи селекторного ключа, настроенного на комбинацию 19-импульсного кода, ток от батареи *ВБ*; от этого тока срабатывает селектор на промежуточном пункте, вблизи которого находится паровоз.

В результате этого срабатывает реле *РС*, при помощи которого радиостанция подключается к диспетчерской линии связи и переключается на передачу. Одновременно к линии подключается реле *РО*, блокирующее реле *РС* на всё время переговоров. Включение передатчика обеспечнвает срабатывание реле *РК*, которое своими контактами подаёт питание в течение 1,5÷2 сек. на контрольный звуковой генератор, сигнализирующий диспетчеру правильность подключения радиостанцин к диспетчерской линии связи и машинистам о желании диспетчера вестн переговоры с ними.

Для вызова диспетчера машинист при помощи тангенты включает передатчик; под воздействием несущей частоты передатчнка на промежуточном пункте срабатывает реле *РАС*, от которого в свою очередь срабатывает реле *РС*, подключающее промежуточный пункт к линии.

Услышав вызов машиниста, диспетчер нажимает кнопку *Кн*, подключая тем самым батарею *ВБ* к линии; при этом срабатывают реле *РО* и реле *РС*, подключающее промежуточный пункт к диспетчерской линии. В дальнейшем разговор происходит без управления какими-либо элементами промежуточного пункта.

Схема предусматривает использование радиостанции в дуплексном режиме.

Схема с полуавтоматическим подключением радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской лиинии связи без подмодулятора. Схема (фиг. 330) даёт возможность автоматического подключения радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи по желанию диспетчера и ручного её подключения с помощью ДСП при желании машиниста паровоза вести переговоры с диспетчером. Вызов машиниста со стороны диспетчера осуществляется посылкой комбинации импульсов тока по 19-импульсному коду от вызывной батареи *ВБ*; под воздействием этих импульсов тока срабатывает селектор в том промежуточном пункте, вблизи которого находится паровоз, вследствие этого возбуждается реле *РС*,

при помощи которого радиостанция подключается к диспетчерской линии связи. Одновременно к линии подключается реле *РУ*, с помощью которого при нажатии ножной педали *НП* срабатывает реле *РП*. Последнее включает передатчик, подключает диспетчерскую линию связи ко входу модулятора и отключает выход приёмника от линейного трансформатора, тем самым создавая канал радиосвязи, при помощи которого диспетчер вызывает машиниста паровоза.

Для установления связи с диспетчером машинист вызывает дежурного по станции и просит его соединить с диспетчером.

Дежурный нажимает кнопку соединения *КС*; возбуждается реле *РС*, которое подключает радиостанцию к диспетчерской линии связи и самоблокируется.

Услышав вызов, диспетчер нажимает педаль *НП*, при помощи реле *РУ* переключает радиостанцию на передачу и отвечает машинисту паровоза. Для вызова машиниста дежурным по станции в системе предусмотрен зуммер, напряжение от которого при нажатии вызывной кнопки *ВК* модулирует передатчик радиостанции.

Схема предусматривает использование радиостанции в симплексном режиме.

Схема с полуавтоматическим подключением радиостанции к диспетчерской линии связи с подмодулятором. Схема (фиг. 331) даёт возможность автоматического подключения радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи по желанию диспетчера и ручного его подключения с помощью ДСП при желании машиниста паровоза вести переговоры с диспетчером.

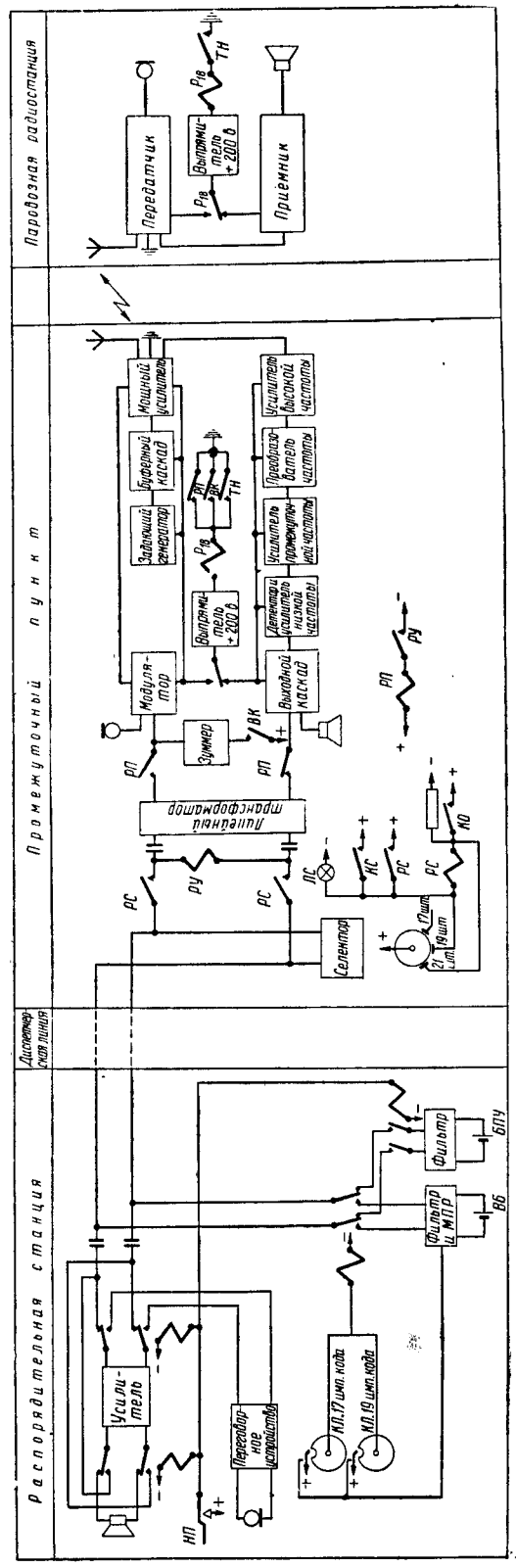
Для вызова машиниста диспетчер поступает так же, как и выше; при этом срабатывает селектор в промежуточном пункте, вследствие чего возбуждается реле *РС*, и при помощи реле *РВ* подключает радиостанцию к диспетчерской линии связи.

Реле *РС* находится в рабочем состоянии только в то время, когда замкнут звонковый контакт селектора.

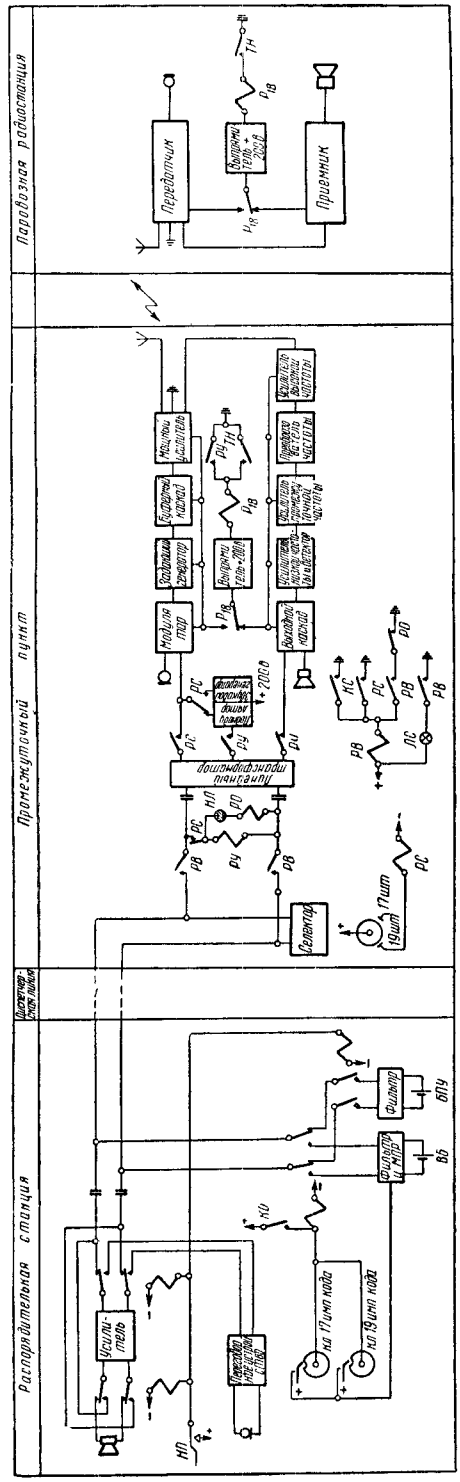
При этом от линии отключаются поляризованные реле *РУ* и *РО* и подключается звуковой генератор, сигнализирующий диспетчеру о правильном подключении радиостанции. При отбойном импульсе реле *РС* приходит в исходное положение и подключает реле *РУ* и *РО* к линии. При нажатии диспетчером педали *НП* срабатывает реле *РУ*, которое переключает радиостанцию на передачу и подключает подмодулятор к модулятору.

При окончании разговора диспетчер нажимает кнопку отбоя *КО*, вследствие чего срабатывает реле *РО*, которое отключает питание реле *РВ* и тем самым отключает радиостанцию от диспетчерской линии связи. Схема предусматривает использование радиостанции в симплексном режиме.

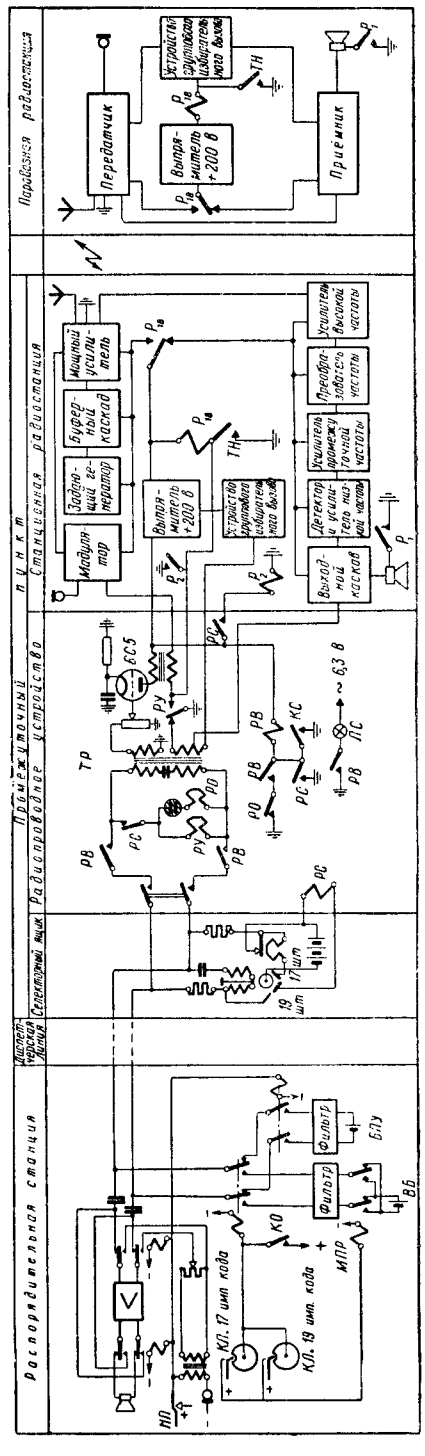
Схема с полуавтоматическим подключением радиостанции промежуточного пункта



Фиг. 330. Схема прохождения сигнала поездной радиосвязи с полуавтоматическим подключением радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи без подмодулятора



Фиг. 331. Схема прохождения сигнала поездной радиосвязи с полуавтоматическим подключением радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи с подмодулятором



Фиг. 332. Схема прохождения сигнала поездной радиосвязи с полуавтоматическим подключением радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи и устройством группового избирательного вызова

и групповым избирательным вызовом. Схема (фиг. 332) даёт возможность автоматического подключения радиостанции промежуточного пункта к диспетчерской линии связи по желанию диспетчера и ручного её подключения с помощью ДСП при желании машиниста паровоза вести переговоры с диспетчером.

Схема обеспечивает возможность посылки группового избирательного вызова для вызова машинистов диспетчером или дежурных по станциям машинистами и исключает прослушивание помех и разговоров других корреспондентов при ведении радиосвязи с одним из них.

Для вызова станции, вблизи которой находится паровоз, диспетчер заводит ключ, настроенный по 19-импульсному коду.

Селектор вызываемой станции срабатывает и замыкает цепь реле *РС* радиопроводного устройства, которое подаёт питание на реле *РВ*, отключает поляризованные реле *РО* и *РУ* от диспетчерской линии связи и возбуждает реле P_2 дополнительного устройства.

Реле *РС* находится под током только во время замыкания звонкового контакта, после чего реле *РО* и *РУ* вновь подключаются к линии связи.

Реле *РВ* подключает радиопроводное устройство к линии связи, включает сигнальную лампу *ЛС* и самоблокируется через контакт реле *РО*. Благодаря этому радиопроводное устройство остаётся присоединённым к линии связи на всё время разговора, до посылки отбойного импульса тока.

При срабатывании реле P_2 (фиг. 328) напряжение звуковой частоты 1 000 *гц* подаётся на линейный трансформатор *Тр* для контроля диспетчером прохождения посылки вызова.

Одновременно вызов той же частоты принимается паровозными радиостанциями, находящимися в зоне действия стационарной радиостанции.

Диспетчер, прослушав контроль прохождения вызова, нажатием педали подключает к линии связи батарею прямого управления *БПУ*, вследствие чего сработает реле *РУ*, которое обеспечит срабатывание реле P_{18} радиостанции.

Напряжение звуковой частоты через линейный трансформатор *Тр* подаётся на сетку лампы *6С5* радиопроводного устройства.

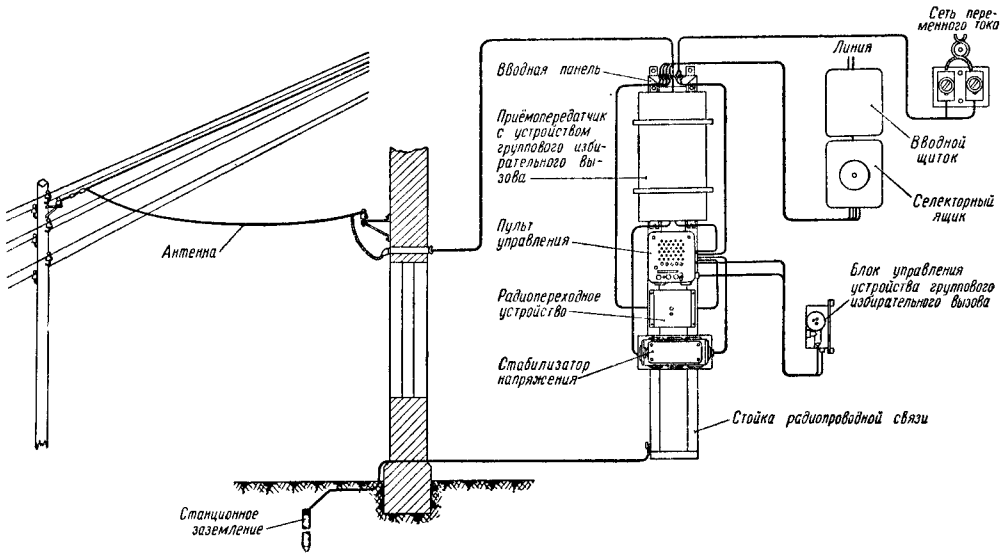
Вызов дежурного по станции машинистом осуществляется нажатием кнопки *ВК* (фиг. 328).

Дежурный по станции, услышав вызов с паровоза, нажимает кнопку соединения *КС* радиопроводного устройства, вследствие чего срабатывает реле *РВ*, подключающее радиопроводное устройство к диспетчерской линии связи. Машинист паровоза голосом вызывает диспетчера.

Далее разговор идёт обычным порядком.

Оборудование

Оборудование распорядительной станции. На распорядительной станции устанавливается ключевой шкаф с числом ключей, равным числу действующих на сети радиостанций, и одна плата с кнопкой отбоя *КО* для отключения радиостанции от линии. Ключи настраиваются по 19-импульсному коду.



Фиг. 333. Скелетная схема промежуточного пункта

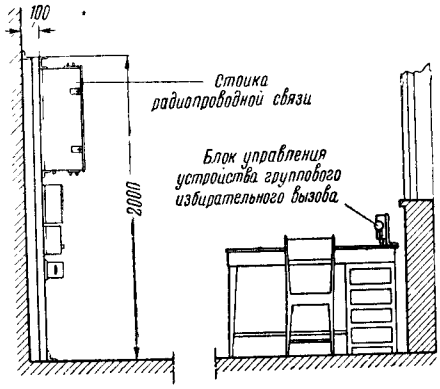
Оборудование промежуточного пункта. В промежуточном пункте устанавливаются стойка радиопроводной связи (фиг. 333), блок управления устройства группового избирательного вызова и монтируются антенное устройство и заземление (фиг. 334 и 335).

Монтаж оборудования на стойке производится проводом *ПР*.

Радиостанция типа ЖР-1 реконструируется для работы на одну антенну или пучок проводов линии связи согласно схеме фиг. 324.

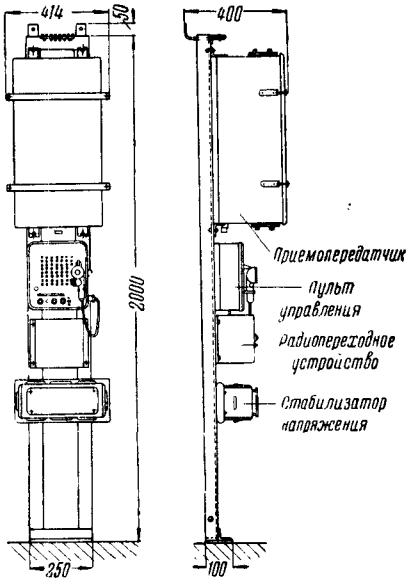
Подключение входа приёмо-передатчика производится через разделительные конденса-

торы ёмкостью 1 000 *мкмкф* к обоим проводам цветной цепи симметрично или при помощи антенны, крепко связанной с пучком проводов. Длина антенны вместе с проводами заземления не должна превосходить четверти рабочей волны. При удаленни линни связи



Фиг. 334. Примерное размещение оборудования на промежуточном пункте

от промежуточного пункта или при отсутствии цветной цепи используется антенна, подвешенная на двух мачтах. Примерные габариты антенны: высота 10÷12 *м*, длина горизонтальной части 10÷12 *м*. Станционное заземление выполняется согласно ГОСТ 464-41,

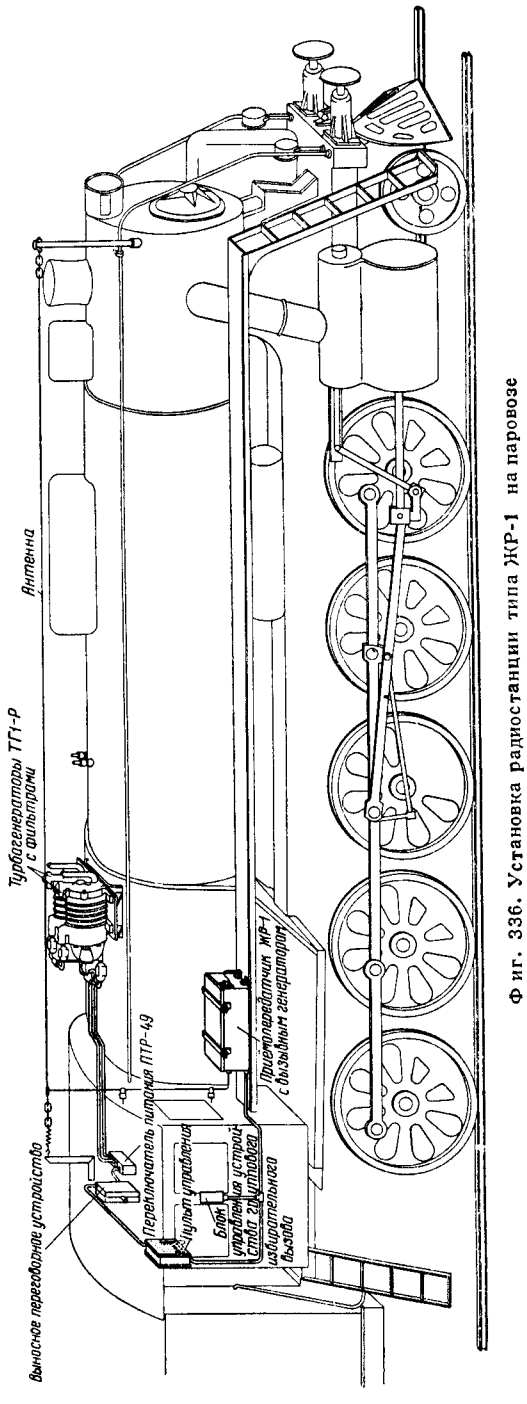


Фиг. 335. Стойка радиопроводной связи

причём сопротивление заземления не должно превосходить 5÷10 *ом*.

Для того чтобы селектор поездной диспетчерской связи, настроенный по 17-импульсному коду, выполнял дополнительные функции дистанционного подключения радиостанции к диспетчерской линии, его снабжают дополнительным штифтом 19-импульсного кода.

Оборудование паровоза устройствами радиосвязи. Оборудование поездного паровоза (фиг. 336) отличается от оборудования маневрового паровоза установкой блока управле-



Фиг. 336. Установка радиостанции типа ЖР-1 на паровозе

ния и дополнительного устройства группового избирательного вызова.

Оборудоваиие контрольных пуиктов. Контрольные пункты обычно располагаются в пунктах местонахождения основных и оборотных депо и предназначаются для осмотра

и проверки действия радиостанции и турбогенераторов на паровозах при выходе последних под поезд и по возвращении в депо, осмотра и проверки действия промежуточных пунктов, смены на промежуточных пунктах и паровозах приёмо-передатчиков для их периодического осмотра и устранения обнаруженных мелких повреждений и производства мелкого ремонта стационарных и паровозных радиостанций.

Для оборудования контрольных пунктов рекомендуются следующие запасное имущество, измерительная аппаратура и инструмент: стационарная и паровозная радиостанции типа ЖР-1, универсальный прибор АВО, мегометр М-1101, комплект инструмента электромеханика и плавкие предохранители на силу тока 0,5, 4 и 10 *а*.

Оборудование контрольно-ремонтных пунктов. Контрольно-ремонтные пункты обычно организуются на станциях с основным депо и предназначаются для проверки, ремонта и регулировки стационарных и паровозных радиостанций.

Для оборудования контрольно-ремонтных пунктов рекомендуются следующие запасное имущество, измерительная аппаратура и инструмент: генератор стандартных сигналов типа ГСС-6, звуковой генератор типа ЗГ-2А, испытатель ламп типа ЛИ-12, ламповый вольтметр типа ВКС-7Б, измеритель глубины модуляции типа ИМ-8, универсальный мост типа УМ-2, мегометр типа М-1101, измеритель частоты типа 527, амперметр термоэлектрический типа Т-4, измеритель выхода типа ИВ-4, электродрель, базовый комплект для ремонта радиостанции типа ЖР-1 и комплект инструмента электромеханика.

Элементы проектирования поездной радиосвязи

Скелетная схема оборудования поездной радиосвязью диспетчерского участка составляется на основании материалов изысканий по распорядительной станции, промежуточным пунктам, проводной линии связи, контрольным и контрольно-ремонтным пунктам. Кроме этого определяются количество и серии поездных паровозов, работающих на данном диспетчерском участке.

При использовании радиостанции типа ЖР-1 для организации поездной радиосвязи обычно применяют симплексную радиопроводную связь, устройство группового избирательного вызова и одну антенну для приёма и передачи.

Дальность действия радиостанции следует считать равной 25÷40 *км* при использовании в качестве канализирующего и излучающего устройства пучка проводов линии связи, имеющего цветные цепи, и 4÷6 *км* при использовании в качестве излучающего устройства антенны.

Данные радиусы действия радиостанции справедливы при напряжении помех в пучке проводов и в антенне порядка 100÷600 *мкв* и расположении пучка проводов линии связи на расстоянии 10÷15 *м* от полотна железной дороги. Для исключения помех от соседних узлов радиосвязи, работающих на одних и тех же частотах и использующих один и тот же пучок проводов линии связи или разные пучки проводов, но проходящие совместно на расстоянии 50÷100 *м* и более на одних опорах, рекомендуется разносить стационарные радиостанции на 90÷120 *км*. Если соседние узлы радиосвязи работают в тех же условиях на частотах, отличающихся одна от другой на 20 *кгц*, то стационарные радиостанции допустимо включать в один и тот же пучок проводов на расстоянии 50÷70 *км* одна от другой.

Питание радиостанций промежуточных пунктов, как правило, производится от высоковольтной линии автоблокировки, реже от местных источников переменного тока ввиду их нестабильной работы.

Для организации чёткой эксплоатации поездной радиосвязи при каждом оборотном депо следует предусматривать контрольные и контрольно-ремонтные пункты, укомплектованные соответствующим штатом специалистов и измерительной аппаратурой, количество которой определяется в зависимости от числа радиостанций, находящихся в эксплоатации.

ГРОМКОГОВОРЯЩАЯ СВЯЗЬ

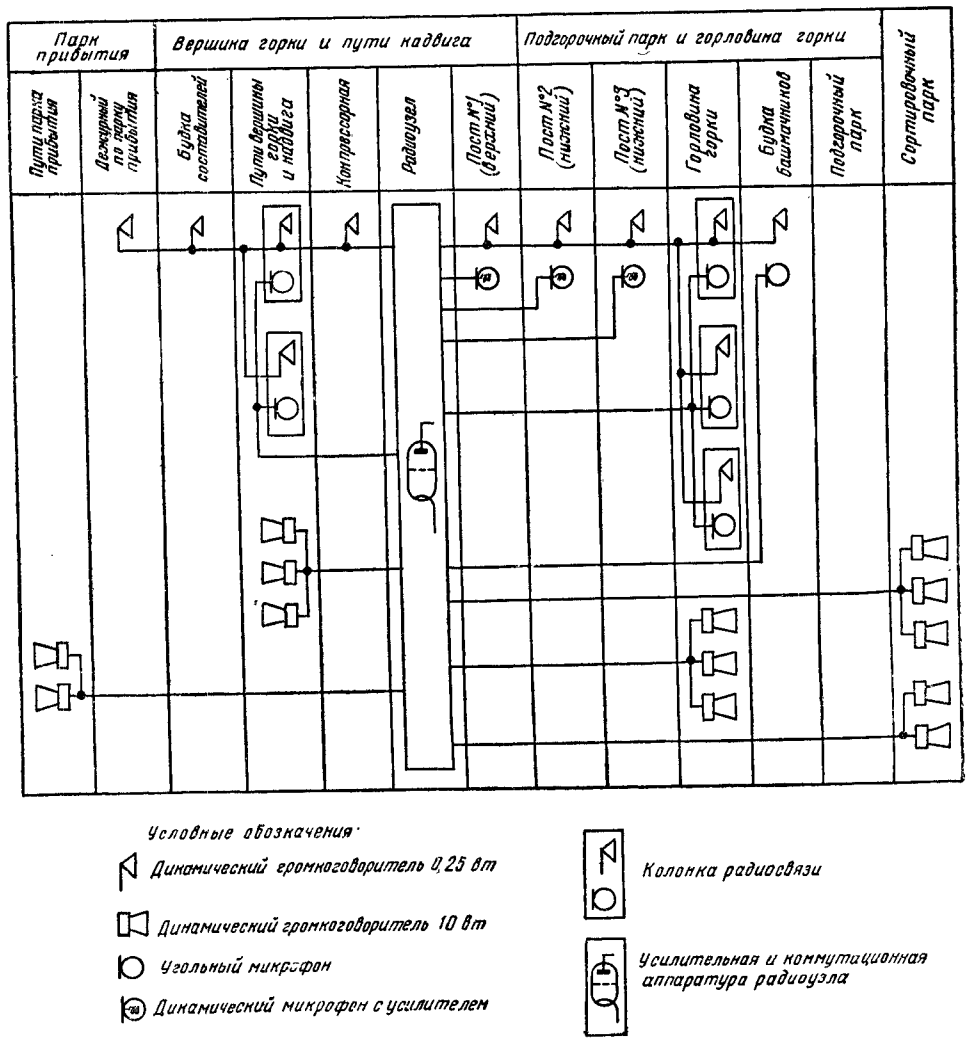
Распорядительная громкоговорящая связь на сортировочных станциях

Парки крупных сортировочных станций и сортировочные горки оборудуются громкоговорящей распорядительной связью для передачи распоряжений и информации со стороны дежурного по горке и операторов горочных постов остальным работникам горки. В соответствии с технологическим процессом сортировки и формирования поездов на горках требуется двусторонняя связь между верхним (распорядительным) и нижними (исполнительными) постами, а также между любым из постов, с одной стороны, и составителями и башмачниками, с другой стороны, и односторонняя связь для передачи распоряжений с верхнего поста (а иногда и с нижних постов) башмачникам, сцепщикам, стрелочникам, машинистам локомотивов (в качестве резерва при неисправности радиостанции типа ЖР-1).

Примерная схема размещения устройств громкоговорящей связи на сортировочной горке приведена на фиг. 337.

На постах устанавливаются громкоговорители мощностью 0,25 *вт* (табл. 256), микрофоны динамические типа РДМ (табл. 257) с усилителем типа МУ-1 и ножные педали диспетчерского типа. Для ведения переговоров между составителем и башмачниками служат специальные радиоколонки, оборудуемые также громкоговорителями 0,25 *вт*, угольными микрофонами и кнопками для включения. Оборудование радиоколонок заключено в шкафу, устанавливаемом на столбах на надвижной части и в междупутьях путевых пучков. В сортировочных парках, парках прибытия, на путях надвига и т. д. устанавливаются наружные рупорные громкоговорители типа РД-10 (в старых установках) и типа Р-10 (в современных установках).

Типовая принципиальная схема включения устройств



Фиг. 337. Примерная схема размещения устройств громкоговорящей связи на сортировочной горке

Таблица 250

Электрические данные динамиков

Тип	Мощность в *вт*	Ширина полосы воспроизводимых частот в *гц*	Частотные искажения в *дб*	Среднее звуковое давление на расстоянии 1 *м* при мощности 0,1 *вт* в *бар*	Коэфициент нелинейных искажений в %	Входное сопротивление в *ом*	Подводимое напряжение в *в*	Мощность постоянного тока для подмагничивания в *вт*	Примечание
ДАГ-1 . . .	0,25	150÷6 000	20	2,3	7	—	15/30	—	
ГДМ-0,25 .	0,25	100÷6 000	15	3,2	6,5	4 000	30	—	
ГДМ-0,5 . .	0,5	100÷6 000	10	3,4	1,5	1 400	30	—	
Д-2	0,25	80÷7 000	—	—	—	—	30	—	
РД-10 . . .	10	200÷3 500	16	6	15	—	—	15	Снят с производства
Р-10	10	250÷4 000	20	6	10	360/1 440/ 5 760	60/120/ 240	—	Выпускается взамен РД-10. Вес 6 *кг*
РД-100 . .	100	200÷3 200	20	5	—	—	—	57	Снят с производства
Р-100 . . .	100	200÷3 000	20	12	10	360/1 440/ 5 760	60/120/ 240	—	Выпускается взамен РД-100. Вес 50 *кг*

Таблица 257

Параметры микрофонов

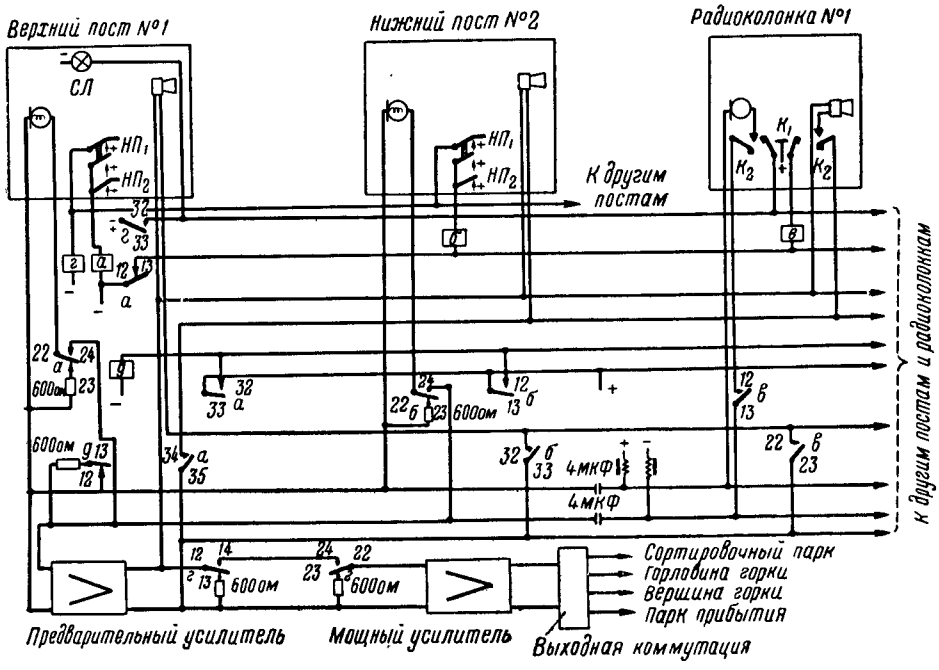
Тип	Рабочий диапазон частот в *гц*	Выходной уровень в *дб*	Чувствительность холостого хода в *мв/бар*	Выходное сопротивление в *ом*	Расстояние исполнителя от микрофона в *м*	Направленность	Назначение
Динамический МД-30	50÷10 000	—72	1,0	200÷600	—	Круговая	Радиовещательные студии
То же МД-32 . .	50÷10 000	—73	0,35	600	0,5	То же	Студийные и внестудийные передачи
» » МД-33 . .	250÷ 7 000	—78	0,1	600	—	Односторонняя	Служебная связь в условиях шума
Ленточный МЛ-10	50÷10 000	—75	0,3	600	0.9÷1	Двусторонняя	Студийные передачи
То же МЛ-11 . .	50÷10 000	—80	0,16	600	0,9÷1	Односторонняя	То же
» » МЛ-5 . .	50÷10 000	—60	0,16	250÷600	0,9÷1,2	Двусторонняя	—
Динамический СДМ . . .	50÷ 8 000	—	0,25	200÷600	—	Односторонняя	Радиотрансляционные передачи речи и музыки
То же РДМ . . .	100÷ 5 000	—	0,25	200÷600	—	То же	Передача речи

громкоговорящей связи приведена на фиг. 338. Для односторонней передачи в парки с верхнего поста оператор последнего должен нажать педаль *НП-1*. Тогда к выходу предварительного усилителя подключается линия громкоговорителей постов и колонок и вход мощного усилителя, питающего сеть наружных рупорных громкоговорителей. При этом нижние посты и радиоколонки лишаются возможности вступить в разговор.

Когда связь свободна, то нижний пост может, нажимая педаль *НП-1*, осуществлять одностороннюю передачу в парки, причём эта передача может быть прервана верхним постом нажатием педали *НП-1*.

Для ведения двусторонних переговоров на постах нажимаются при разговоре педали *НП-2* (причём также сохраняется преимущественное положение верхнего поста), а на радиоколонках — кнопки K_2 (с арретиром) и K_1 (без арретира).

В разговорном тракте при двусторонней связи участвует лишь предварительный усилитель радиоузла. При передаче с верхнего



Фиг. 338. Типовая принципиальная схема включения устройств громкоговорящей связи на сортировочной горке

поста слушают все работники горки, а при передаче с любого другого поста или радиоколонки слушает лишь верхний пост.

В случае вызова со стороны радиоколонки во время ведения двусторонних переговоров между постами на верхнем посту зажигается сигнальная лампа *СЛ*.

Для управления в схеме используются реле *КДР* сопротивлением 435 *ом*, которые размещаются на верхнем посту.

Усилительная аппаратура

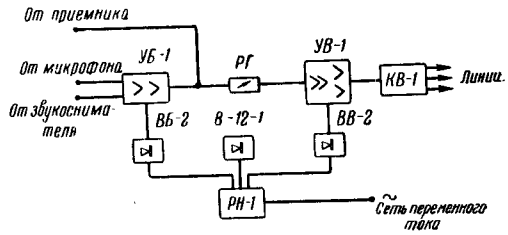
В качестве усилительных устройств в аппаратных громкоговорящей связи применяется стандартная усилительная аппаратура, выпускаемая для оборудования радиотрансляционных узлов.

Все эти устройства предусматривают возможность трансляции радиопередач, передачи из студии от микрофона, передачи граммофонной записи и трансляции из клубов, театров и т. д. В случае распорядительной связи на горках и в парках используется лишь передача через микрофон.

Основные технические данные наиболее широко распространённых установок приведены в табл. 258.

Ниже приводятся основные характеристики установок типа ТУПТ-2, ВУО-500-3 и ТУ-500-2, получивших наибольшее распространение в устройствах распорядительной связи (установки ТУПТ-2 и ВУО-500-3 выпускались до 1941 г., но работают на ряде узлов и в настоящее время).

Установка типа ТУПТ-2 — трансляционная установка с питанием от сети переменного тока. Технические данные установки приведены в табл. 258. На схеме (фиг. 339) указаны следующие основные узлы установки:



Фиг. 339. Скелетная схема установки типа ТУПТ-2

УБ-1 — двухкаскадный трансформаторный усилитель напряжения. В первом каскаде применена лампа *СО-118*, а во втором *ПО-119*; максимальная выходная мощность составляет 0,25 *вт*; максимальное напряжение на выходе равно 12,3 *в*;

ВБ-2 — двухполупериодный выпрямитель на кенотроне *ВО-188*;

УВ-1 — трёхкаскадный усилитель; первый каскад — дроссельный усилитель напряжения на лампе *ПО-119*, второй — трансформаторный усилитель напряжения на лампе *ПО-119*, третий — усилитель мощности, состоящий из двух блоков с отдельными выходами. Каждый блок мощностью 5 *вт* работает по двухтактной схеме на двух лампах *УО-186*;

ВВ-2 — двухполупериодный выпрямитель на кенотроне *ВО-188*;

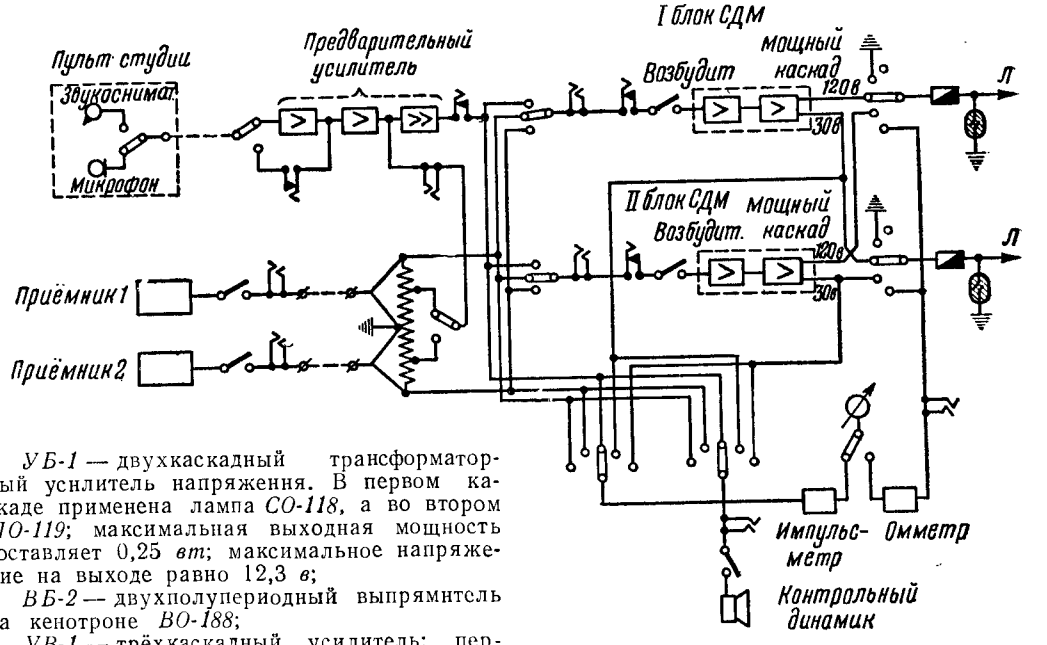
В-12-1 — купроксный выпрямитель, питающий цепи сигнализации и микрофоны;

РН-1 — регулятор напряжения (секционированный трансформатор);

РГ — регулятор громкости;

КВ-1 — панель выходной коммутации.

Оконечный усилительный блок типа ВУО-500-3 конструктивно объединяет в одном металлическом трёхстенном шкафу усилитель мощностью 500 *вт*, работающий на четырёх лампах ГМ-60 (М-600) или М-800, и трёхфазный выпрямитель к нему на трёх кенотронах В-27-800. Предусмотрен также режим работы усилителя с выходной мощностью 200 *вт* на двух лампах тех же типов.



Фиг. 340. Скелетная схема установки типа ТУ-500-2

Таблица 258

Параметры усилительной аппаратуры

Название установки	Мощность звуковой частоты на выходе в *вт*	Напряжение звуковой частоты на выходе в *в*	Полоса частот в *гц*	Неравномерность частотной характеристики в *дб*	Коэфициент нелинейных искажений в %	Динамический диапазон в *дб*	Нормальное напряжение на входе		Напряжение питающей сети в *в*	Мощность, потребляемая от сети, в *квт*	Конструктивное оформление и размеры	Преимущественное применение на транспорте
							микрофонный вход в *мв*	звукосниматель-ный вход в *мв*				
ТУПТ-2 . . .	10	30	60÷10 000	3,5	3÷4	—	3,2	—	120, 220	0,3	Стойка: высота 2 000 *мм*, ширина 530 *мм*	Как предварительный усилитель к ВУО-500-3
ВУО-500-3 .	500	120, 240	60÷ 8 000	2,5	6	—	Напряжение на входе 55 *в* подаётся от предварительного усилителя		110, 220	4	Шкаф: высота 1 835 *мм*, ширина 1 340 *мм*, глубина 1 305 *мм*	Большие вокзалы, сортировочные станции
УК-50. . . .	50	15, 30, 120	50÷10 000	3	4	35÷55	1	100	110, 127, 220	0,3	Ящик 1 000×500×500 *мм*	Пассажирские поезда (старое оборудование), клубы
УК-300-М .	300	30,120	90÷10 000	6÷10	8	—	0,4÷1	35÷80	110, 127, 220	1,2	Три блока 530×350×320 *мм* и линейный щит 480×300×110 *мм*	Крупные вокзалы, радиоузлы железнодорожных посёлков
ТУ-500-2 . .	500	30,120	80÷ 8 000	3	5	40	0,5	—	120, 220	1,6	Две стойки: высота 2 000 *мм*, ширина 530 *мм*	Большие вокзалы, сортировочные станции
КТУ-50с . .	50	30,120	50÷10 000	3	4	35÷55	0,8	150	110, 127, 220	0,4	Ящик 900×400×400 *мм*	Пассажирские поезда (вместо КТУ-50с может быть установлена аналогичная аппаратура МГСРТУ-50 А)
МРТУ-100 .	100	30,120	100÷6 000	4	10	—	1	200	110, 127, 220	—	Стойка: высота 830 *мм*, ширина 525 *мм*, глубина 350 *мм*	Небольшие и средние вокзалы, радиоузлы посёлков

Технические данные блока приведены в табл. 258. Режимы работы блока указаны в табл. 259.

Таблица 259

Режимы работы усилительного блока типа ВУО-500-3

Наименование величины, характеризующей режим работы	При выходной мощности	
	200 *вт*	500 *вт*
Анодное напряжение в *в*	4 250	4 250
Анодный ток покоя в *ма*	190	380—390
То же при работе в *ма*	210	420
Напряжение накала усилителя в *в*	14,5÷15	16÷17
То же, выпрямителя в *в*	16÷17	16÷17

Установка типа ТУ-500-2 — станционная аппаратура трансляционного узла мощностью 500 *вт* (фиг. 340), выпущена в 1945 г. Технические данные установки приведены в табл. 258.

Основными элементами установки являются:

Предварительный усилитель четырёхкаскадный. Первые три каскада — реостатные усилители на лампах *6Ф5* или, в новом варианте, на лампах *6Ж7*; четвёртый каскад — трансформаторный усилитель на лампе *6П3С*, включённой триодом (экранная сетка соединена с анодом).

Возбудитель, работающий на двух лампах *6П3С* по схеме с катодным выходом, применённой для уменьшения коэфициента нелинейных искажений и повышения устойчивости работы усилителя.

Мощный каскад работает по двухтактной схеме на двух лампах *М419*, которые могут быть заменены лампами *ГКЭ-100* (при этом выходная мощность понижается на 25÷30%).

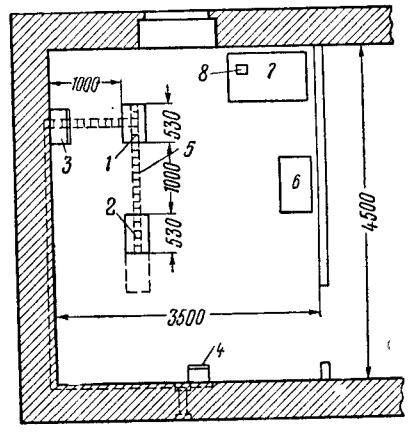
Выпрямители для питания предварительного усилителя и возбудителя работают на кенотронах *5Ц4С*, а выпрямитель для питания мощного каскада — на двух газотронах *ВГ-129*.

Режим мощного каскада: анодное напряжение 1 500÷1 700 *в*; анодный ток покоя одного плеча при лампах *ГКЭ-100* — 80÷÷110 *ма* и при лампах *М-419* —50÷80 *ма*; наибольший общий анодный ток при номинальной мощности составляет 500÷600 *ма*

Размещение аппаратуры звукофикации горок и парков

Усилительная аппаратура размещается в непосредственной близости от распорядительного поста или в цокольном этаже самого поста (фиг. 341).

Кабинет дежурного по горке или оператора, откуда ведутся переговоры, как правило, не подвергается специальной акустической обработке, так как при распорядительной связи важна лишь полная разборчивость речи, а не художественная передача её.



Фиг. 341. Примерный план размещения аппаратуры типа ТУ-500-2: *1*—стойка предварительного усилителя, коммутации и измерений СПК; *2*—стойка возбудителя и мощного усилителя СДМ; *3*—релейный щиток; *4*—силовой щиток; *5*—кабельрост; *6*—шкаф; *7*—стол механика; *8*—телефонный аппарат

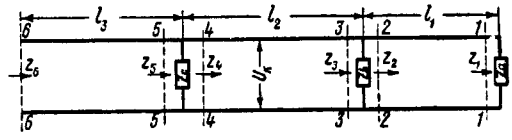
Озвучение железнодорожных путевых парков

Метод расчёта количества громкоговорителей и их размещения при озвучении открытых площадок приведён ниже, в разделе «Оповестительная вокзальная связь». Практически при проектировании озвучения путевых парков можно исходить из следующей обоснованной расчётом и проверенной в реальных условиях нормы: один громкоговоритель типа Р-10 обеспечивает нормальное озвучение площади 5 000÷6 000 $м^2$ при установке на столбе на высоте 6 *м* при угле наклона оси громкоговорителя к вертикали, равном 72°.

Трансляционные линии

Для передачи звуковой энергии от аппаратной к громкоговорителям используются кабельные линии и двухпроводные воздушные линии из стальных проводов диаметром 2, 3 и 4 *мм*.

Расчёт линии ведётся для частоты 400—600 *гц* и сводится к определению входного сопротивления, мощности и напряжения в начале линии.



Фиг. 342. Схема трансляционной линии

Для схемы фиг. 342, на которой через z_a, z_b и z_c обозначены сопротивления громкоговорителей или групп их, а через l_1, l_2 и l_3— длины отдельных участков линий, приближённый ход расчёта линии следующий. Если сопротивление единицы длины линии обозначить через $z_0 = r + j\omega L$ и пренебречь утеч-

кой в линии (что вполне допустимо, так как проводимость утечки на коротких участках — между громкоговорителями во много раз меньше входной проводимости громкоговорителей), то сопротивление и затухание участков линии будет:

$$z_1 = z_{,}; \qquad b_1 = 0;$$

$$z_2 = z_a + z_0 l_1; \qquad b_2 = \frac{1}{2} \ln \frac{z_2}{z_1} + b_1;$$

$$z_3 = \frac{z_2 z_b}{z_2 + z_b}; \qquad b_3 = \frac{1}{2} \ln \frac{z_2}{z_3} + b_2;$$

$$z_4 = z_3 + z_0 l_2; \qquad b_4 = \frac{1}{2} \ln \frac{z_4}{z_3} + b_3;$$

$$z_5 = \frac{z_4 z_c}{z_4 + z_c}; \qquad b_5 = \frac{1}{2} \ln \frac{z_4}{z_5} + b_4;$$

$$z_6 = z_н = z_5 + z_0 l_2; \qquad b_6 = b_н = \frac{1}{2} \ln \frac{z_6}{z_5} + b_5.$$

Мощность, потребляемая магистралью,

$$P_н = \frac{U_к^2}{z_1} e^{2b_н}.$$

Напряжение на выходе усилителя

$$U_н = \sqrt{P_н z_н}.$$

Чтобы громкоговорители в начале магистрали (если таковые имеются) не были перегружены, должно соблюдаться условие

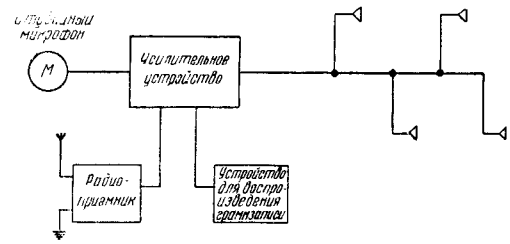
$$U_н \leqslant 2U_к.$$

В реальных условиях громкоговорящей связи посты и радиоколонки связываются между собой кабелем СОБ, а к группам рупорных громкоговорителей звуковая частота подводится воздушными проводами.

Оповестительная вокзальная связь

Оповестительная вокзальная связь предназначена для железнодорожной информации пассажиров, находящихся в пределах вокзала, и культурного обслуживания их. Поэтому она должна обеспечивать не только достаточную артикуляцию речи, но и художественное воспроизведение вещания в граммофонной записи

Устройства этой связи (фиг. 343) включают студийное оборудование, трансляционный узел с радиоприёмником, устройством для воспроизведения граммофонной записи, усилительной аппаратурой и вещательной сетью.



Фиг. 343. Схема оповестительной вокзальной связи

В качестве трансляционных установок для звукофикации вокзалов наиболее широко применяют установки типов МРТУ-100 и УК-300-М.

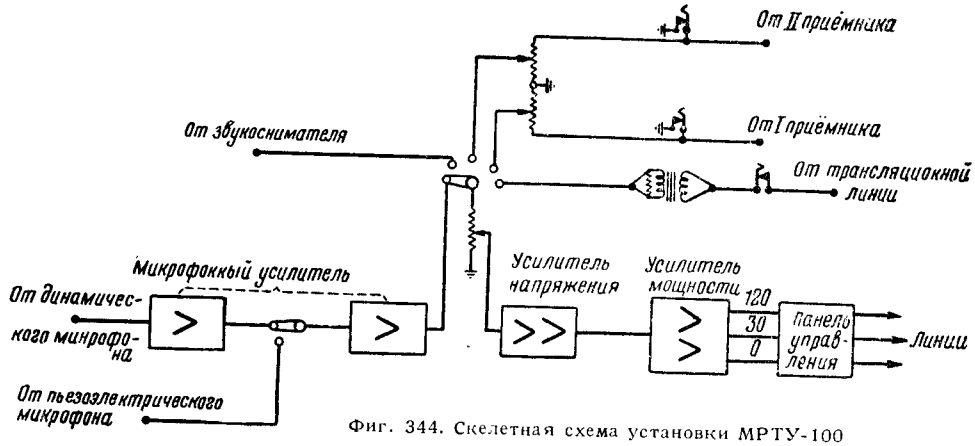
Установка типа МРТУ-100 (радиотрансляционное устройство мощностью 100 *вт*, фиг. 344) смонтирована на стойке.

Микрофонный усилитель имеет два реостатных каскада, работающих на лампах 6К3. Коэфициент усиления обеих ступеней около 400.

Усилитель напряжения двухкаскадный, на двух лампах 6Н7. Первый каскад — фазопереворачивающий, второй — двухтактный усилитель с трансформаторным выходом, являющийся возбудителем оконечного каскада. Вход усилителя напряжения имеет чувствительность 0,2 *в*.

Усилитель мощности работает на четырёх лампах 6П3С по двухтактной схеме. Вход и выход усилителя трансформаторные, причём выходной трансформатор рассчитан на напряжения при нагрузке 120 и 30 *в*. Усилитель имеет цепь отрицательной обратной связи.

Выпрямитель установки содержит выпрямитель питания анодных цепей оконечного каскада, работающий по двухполупериодной схеме на трёх соединённых параллельно кенотронах *ВО-188*, выпрямитель питания экранных цепей оконечного каскада и анодных цепей предварительных каскадов на кенотроне *ВО-188* и выпрямитель для подачи

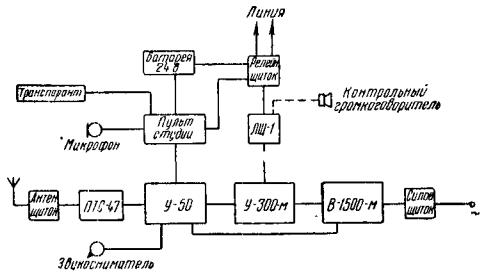


Фиг. 344. Скелетная схема установки МРТУ-100

смещения на сетки оконечного каскада на лампе *6Х6*.

Установка типа УК-300-М (выпуска 1946 г.). Технические данные установки приведены в табл. 258.

Установка включает (фиг. 345) усилитель типа У-50, оконечный усилитель типа У-300-М,



Фиг. 345. Скелетная схема радиоузла, оборудованного установкой УК-300-М

выпрямитель типа В-1500-М, линейный щиток типа ЛЩ-1, комплект соединительных кабелей и запасные части.

Усилитель типа У-50 состоит из двух блоков. Блок предварительного усиления содержит два независимых микрофонных реостатных усилителя на лампах 6Ж7 и последующий реостатный усилитель на двойном триоде 6Н7. Мощный блок имеет три каскада. Первый каскад на лампе 6Н7 — фазопереворачивающий, второй, также на лампе 6Н7, — двухтактный трансформаторный усилитель. Третий каскад на четырёх лампах 6П3С — двухтактный оконечный усилитель с отрицательной обратной связью. Усилитель типа У-50 включает также выпрямитель на трёх кеиотронах 5Ц4С.

Усилитель типа У-300-М работает по двухтактной схеме с отрицательной обратной связью на четырёх лампах ГКЭ-100, используемых как триоды (экранные и управляющие сетки соединены между собой).

Выпрямитель типа В-1500-М работает на двух газотронах ВГ-129.

Типовая схема размещения оборудования узла приведена на фиг. 346.

Студия

Качество передачи, ведущейся из студии, в значительной степени определяется размерами студии и её внутренней отделкой. Площадь студии для передачи речи и грамофонной записи должна составлять 10÷20 *м*². Большое значение имеет время стандартной реверберации студии, т. е. время, в течение которого сила звука спадает на 60 *дб* по сравнению с первоначальным значением. Слишком малая реверберация делает звук безжизненным, чрезмерно большая создаёт впечатление гулкости, переходящей в эхо. Оптимальное время стандартной реверберации для небольших студий объёмом до 100 *м*³ равно 0,4 ÷ 0,5 сек.

Подсчёт реверберации можно произвести по формуле

$$T_{60} = \frac{0{,}16\,V}{\sum \alpha_n S_n},$$

где T_{60} — время стандартной реверберации в сек.;

V — объём помещения в *м*³;

$S_1, S_2, \ldots, S_n$ — площади отдельных участков внутренней поверхности студии в *м*²;

$\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ — коэфициенты звукопоглощения отдельных участков студии на 1 *м*²; значения коэфициентов звукопоглощения приведены в табл. 260.

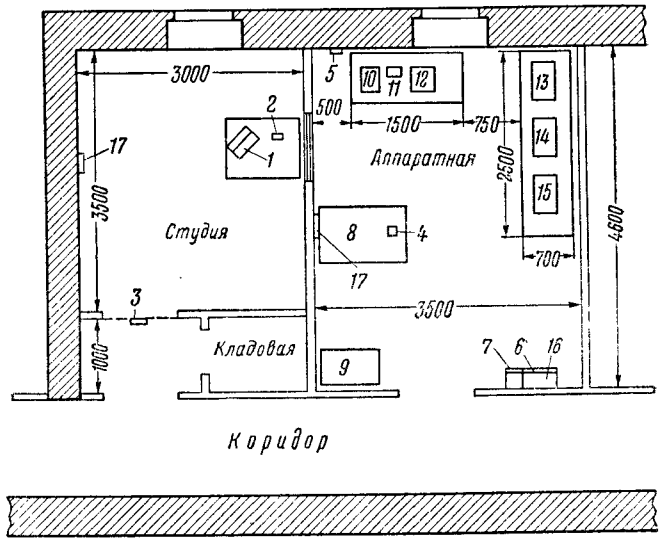
Звукоизоляция студии от соседних помещений должна быть около 40÷45 *дб*, уровень шумов в студии допускается не выше 17 *дб*.

Обычно в студии устанавливается микрофон типа РДМ (табл. 257) с усилителем типа МУ-1.

Окна и двери в студии завешивают драпировкой. Студия должна иметь связь с аппаратной и с дежурным по станции. В небольших установках диктор сам с пульта включает и выключает аппаратуру.

Размещение громкоговорителей

Размещение громкоговорителей и выбор их мощности определяются необходимостью



Фиг. 346. Типовая схема размещения оборудования радиоузла с установкой УК-300-М:

1—пульт студии; *2*—динамический микрофон; *3*—транспарант студии; *4*—телефонный аппарат; *5*—антенный щиток; *6*—релейный щиток; *7*—силовой щиток; *8*—стол механика; *9*—шкаф; *10*—приёмник ПТС-47; *11*—выпрямитель к приёмнику; *12*—грамофонное устройство; *13*—усилитель У-50; *14*—усилитель У-300-М; *15*—выпрямитель В-1500-М; *16*—линейный щит ЛЩ-1; *17*—электрочасы

Таблица 260

Значения коэфициентов звукопоглощения

Объекты поглощения	Коэфициент поглощения a_n на 1 $м^2$ при частоте 512 *гц*
Кирпичная стена	0,032
Кирпичная стена окрашенная	0,017
Стекло	0,027
Линолеум на твёрдой подстилке	0,030
Бетон	0,015
Штукатурка на деревянной решётке	0,034
Деревянная обшивка	0,061
Ковры обыкновенные	0,2
Шторы, занавески, драпировка	0,23
Человек, находящийся отдельно от других	0,48
Стул из ясеня	0,017
Кресло с кожаной обивкой	0,28

создать достаточное с точки зрения разборчивости передачи перекрытие полезным сигналом уровня шумов, а также избежать явления эхо.

Уровень шумов на территории вокзала характеризуется величинами, сведёнными в табл. 261, а качественные показатели, которыми следует руководствоваться при проектировании, указаны в табл. 262.

Таблица 261

Уровень шумов на территории вокзала

Наименование помещения или участка территории вокзала	Средний уровень шумов в *дб*
Платформы	60÷80
Привокзальные площадки	70÷85
Вестибюли, залы ожидания, рестораны	50÷70
Служебные помещения	45÷50

Таблица 262

Качественные показатели озвучения вокзалов в *дб*

Наименование показателей	Платформы и площадки	Помещения
Средний уровень громкости передачи	75÷80	70÷75
Динамический диапазон передачи	15÷20	15÷20
Превышение полезного сигнала над уровнем шумов	5÷10	5÷10
Превышение сигнала над уровнем эхо	10	10
Артикуляция	Не менее 60÷65%	Не менее 75%

Заданный уровень громкости в закрытых помещениях на основании данных Института радиоприёма и акустики (ИРПА) достигается при установке громкоговорителей, исходя из нормы: один громкоговоритель мощностью 0,5 *вт* (например типа ГДМ) на каждые 20÷25 $м^2$ площади пола. Громкоговорители рекомендуется устанавливать на высоте 3 *м* от пола.

В небольших служебных помещениях устанавливают по одному коиусному громкоговорителю мощностью 0,25 *вт*.

Для озвучения пассажирских платформ и привокзальных площадок пользуются рупорными динамическими громкоговорителями с постоянным магнитом типа Р-10. В расчёт озвучения платформ и площадок входит определение числа громкоговорителей, высоты и угла их подвеса, места подвеса и направления максимального излучения.

Исходными данными для расчёта служат план площади, подлежащей озвучению, и параметры предполагаемых к установке громкоговорителей.

Примерный порядок расчёта следующий. Пользуясь табл. 262, определяют требуемый уровень громкости передачи L и соответствующее ему звуковое давление из соотношения

$$L = (20 \lg p + 74)\ дб,$$

где p — звуковое давление в *б*.

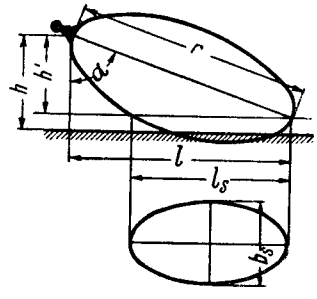
Затем находят расстояние r (фиг. 347), на котором выбранный громкоговоритель обеспечит требуемую громкость:

$$r = r_1 \frac{p_1}{p} \sqrt{\frac{P}{P_1}}\ м,$$

где p_1 — среднее звуковое давление в *б*, создаваемое данным громкоговорителем на расстоянии r_1 метров при условной расчётной мощности P_1 *вт* (по паспортным данным). Величина p_1 при $r_1 = 1$ *м* и $P_1 = 0{,}1$ *вт* для различных типов громкоговорителей приведена в табл. 256;

p — требуемое звуковое давление в *б*;

P — фактическая мощность выбранного громкоговорителя в *вт*.



Фиг. 347. Диаграмма излучения громкоговорителя

Высота подвеса громкоговорителей h выбирается, исходя из местных архитектурных условий, в пределах 5 ÷ 10 *м* (реже до 15 *м*).

Угол подвеса α (угол между вертикалью и осью громкоговорителя) находят из соотношения

$$\cos\alpha = \frac{h'}{r},$$

где $h' = h - 1{,}6$ *м* (учитывая, что средний рост слушателей приблизительно равен 1,6 *м*).

Диаграмма направленности рупорного громкоговорителя может быть апроксимирована эллипсоидом, и тогда озвучаемая им площадь представляет собой эллипс, оси которого с достаточной точностью определяются из выражений:

$$l_s = \frac{l(1-e^2)}{1-e^2\sin^2\alpha}$$

и

$$b_s = \frac{l(1-e^2)}{\sqrt{1-e^2\sin^2\alpha}},$$

где $l \approx r$, причём r уже определено ранее;

e — эксцентриситет диаграммы направленности рупорного громкоговорителя (для громкоговорителей типа Р-10 $e \approx 0{,}9$);

α — угол между вертикалью и направлением оси громкоговорителя.

Площадь озвучаемого эллипса

$$S_s = \frac{\pi l_s b_s}{4} = \frac{\pi l^2 (1-e^2)^2}{4(1-e^2\sin^2\alpha)^{3/2}}.$$

Практически можно считать, что озвучаемая площадь представляет прямоугольник со сторонами l_s и b_s, площадь которого

$$S = l_s b_s.$$

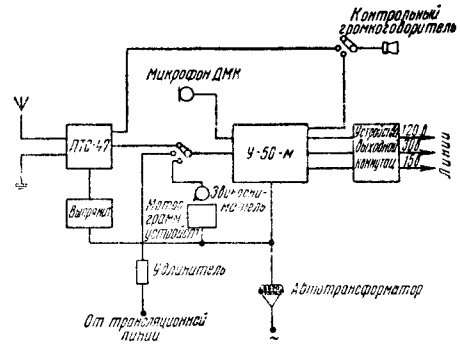
Зная длины сторон и площадь озвучаемого прямоугольника и располагая планом подлежащей озвучению площади, определяют необходимое количество громкоговорителей и их расположение.

Линейные устройства. Расчёт вещательной сети может быть произведён аналогично расчёту трансляционной линии. Однако при небольших длинах трансляционных линий на вокзалах можно без расчёта выбрать сечение проводов для магистралей 1÷2,5 *мм*², а подвод к отдельным громкоговорителям производить проводами 0,75÷1 *мм*². Для линейных цепей применяются кабели и провода СОБ 3 × 1, СОГ, ТРВК, ПР, ПРГ и др. Провода должны быть перевиты и прокладываться в полутвёрдых резиновых трубках в штукатурке или при открытой проводке в газовых трубах $^1/_2$, $^3/_4$ и 1″.

Радиофикация пассажирских поездов

Для улучшения обслуживания пассажиров составы поездов дальнего следования оборудуются устройствами для трансляции вещательных станций и внутрипоездных передач в виде граммофонной записи и служебной информации. Для этого в отдельном купе вагона с поездной электростанцией, помещаемого в середине состава, оборудуется радиопункт, включающий трансляционный узел типа КТУ-50С, источники питания и вспомогательные устройства. Более старым оборудованием поездных радиопунктов является трансляционная установка типа УК-50, описываемая в следующем разделе. Все остальные вагоны состава оборудуются радиопроводкой и громкоговорителями.

Трансляционный узел типа КТУ-50С (фиг. 348) состоит из усилителя типа У-50М мощностью 50 *вт*, приёмника типа ПТС-47, граммофонного мотора со звукоснимателем, микрофона ДМК, сетевого автотрансформатора, контрольного громкоговорителя и выходного коммутационного устройства. Все элементы узла смонтированы в общем металлическом ящике размером 900 × 400 × 400 *мм*.



Фиг. 348. Скелетная схема трансляционного узла типа КТУ-50С

Усилитель типа У-50М имеет те же данные, что и описанный выше усилитель типа У-50, и лишь незначительно отличается от последнего по схеме.

Приёмник типа ПТС-47 (приёмник трансляционный, сетевой, образца 1947 г.). Размеры приёмника: 235 × 354 × 267 *мм*. Приёмник потребляет 90 *вт*, номинальная выходная мощность 0,2 *вт* при коэфициенте нелинейности 5% во всей полосе звуковых частот. Полоса звуковых частот 100÷6 000 *гц* при неравномерности не более +2 *дб*, —3 *дб*. Он имеет шесть поддиапазонов: I — 2 000 ÷ ÷740 *м*; II—560÷219 *м*; III — 75÷40 *м*; IV — 32,25 ÷ 30,6 *м*; V — 26,0÷24,8 *м*; VI— 20,3÷19 *м*.

Чувствительность на I и II поддиапазонах не ниже 60 *мкв*, на остальных поддиапазонах — не ниже 40 *мкв*.

В приёмнике используется следующий комплект ламп: 6К3 — 3 шт.; 6А7 — 1 шт.; 6Х6 — 1 шт., 6Ф5 — 1 шт., 6Ф6 — 2 шт., 6Е5с — 1 шт.

Выпрямитель к приёмнику поставляется в виде отдельного блока размером 188 × ×148 *мм*, работает на кенотроне 5Ц4С.

Почти ничем не отличаются от установки типа КТУ-50С установки типа МГСРТУ-50 и МГСРТУ-50А (малогабаритная стационарная радиотрансляционная установка мощностью 50 *вт*), выпускаемые в настоящее время промышленностью. Кроме того, промышленностью выпускаются установки типа МГСРТУ-100 и МГСРТУ-100А мощностью 100 *вт*, которые отличаются от 50-*вт* установок наличием двух раздельных 50-*вт* оконечных каскадов. Установки типа МГСРТУ-100 пригодны для радиофикации посёлков, клубов, вокзалов.

Питание поездного трансляционного узла осуществляется от подвагонной аккумуляторной батареи вагонной электростанции через одноякорный преобразователь постоянного тока в переменный типа АПН-10, потребляющий

от батареи с напряжением 50 *в* при нормальной нагрузке ток около 10÷11 *а* и дающий при этом переменное напряжение около 120 *в* с частотой 50 *гц* при 1 500 оборотах в минуту. Преобразователь имеет защитные фильтры для подавления помех радиоприёму.

Два преобразователя — действующий и резервный — устанавливаются в ящиках под вагоном. В радиопункте устанавливается пусковой контрольный щиток с вольтметрами постоянного и переменного тока, пусковым реостатом типа РЗВ, предохранителями и переключателями.

Прокладка силовых цепей производится проводом ПРГ 500 × 2,5 *мм*² в газовых трубах.

Оборудование радиопункта и вагона с радиопунктом. Установка типа КТУ-50С располагается в купе радиопункта на специальном столе на амортизаторах из микропористой резины. Пусковой контрольный щиток устанавливается на стенке купе. Кроме того, в радиопункте должно иметься следующее вспомогательное оборудование: комплект граммофонных пластинок не менее 100 шт., переносные измерительные приборы, запасные части, монтажные материалы и инструменты. В поездах сибирского направления предусматривается установка резервного узла типа КТУ-50С. На крыше вагона с радиопунктом монтируется на специальных кронштейнах однолучевая приёмная антенна из антенного канатика или медного провода с экранированным вводом и устанавливаются два громкоговорителя типа Р-10 в ящиках. Генератор типа РД-2Б вагонной электростанции должен защищаться фильтрами, обеспечивающими ослабление помех в 5÷200 раз (в зависимости от длины волны принимаемых станций). В случае применения преобразователя типа АПН-10 старого выпуска, не имеющего защитных фильтров, все зажимы его для подавления помех рекомендуется соединять с корпусом машины конденсаторами по 0,5 *мкф*.

Поездная трансляционная сеть. В пассажирских вагонах как открытого типа, так и купированных устанавливаются в проходах под потолком по два или три динамических громкоговорителя (табл. 256), подключаемых к трансляционной сети через штепсельные розетки. В некоторых купированных вагонах громкоговорители устанавливаются в купе.

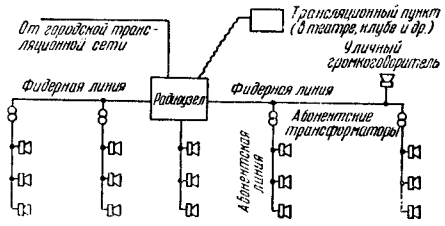
Прокладку звуковых цепей в вагонах рекомендуется производить проводом ПТРФ 2 × 1,5 *мм*² (в свинцовой оболочке) или проводом ПВД 2 × 1,5 *мм*² с покрытием проводки деревянными планками.

Междувагонные соединения осуществляются посредством штепсельных соединителей проводом ПРГ-500 1 × 1,5 *мм*² в резиновой трубе или проводом ШРПС 2 × 0,75 *мм*².

Радиовещание на транспорте

Целью радиовещания на транспорте является политическое и культурное обслуживание железнодорожников и их семей. Для этой цели в железнодорожных посёлках оборудуются радиотрансляционные сети (фиг. 349) и узлы.

Радиотрансляционные линии делятся на абонентские и фидерные. Первые служат для непосредственного питания абонентских громкоговорителей, причём нормальное напряжение в начале абонентской линии составляет 30 *в*. Фидерные линии служат для питания абонентских линий, которые подключаются к фидерным через понижающие линейные



Фиг. 349. Схема радиотрансляционной сети

трансформаторы, причём напряжение в фидерных линиях берётся равным 120 или 240 *в*.

В небольших посёлках при малом числе громкоговорителей строятся одиозвенные трансляционные сети, содержащие лишь абонентские линии, питаемые непосредственно от радиоузла.

Типовой абонентский трансформатор имеет мощность 10 *ва* и рассчитан на подключение не более 40 громкоговорителей.

Минимальное напряжение в конце абонентской линии должно быть 19 *в*. Чтобы обеспечить это требование, число абонентских громкоговорителей, включаемых в стальную линию длиной 1 *км*, не должно превышать 72 шт. при диаметре проводов 2 *мм*, 102 шт. при диаметре проводов 3 *мм* и 136 шт. при диаметре проводов 4 *мм*.

При длине основной линии, не равной 1 *км*, указанное количество громкоговорителей нужно разделить на число, выражающее фактическую длину линии в километрах. Указанные цифры нагрузки относятся к нагрузке линии громкоговорителями различных типов. Если все громкоговорители электромагнитные, то допустимая нагрузка увеличивается в 2 раза; если все громкоговорители электродинамические, то уменьшается в 1,5 раза.

Биметаллические провода допускают нагрузку приблизительно в 5 раз бо́льшую, чем стальные.

Радиотрансляционные линии строятся в соответствии с Правилами по устройству сетей проводного вещания (Связьиздат, 1941 г.). Наряду с материалами, применяемыми при строительстве телеграфно-телефонных линий, на трансляционных линиях применяются изоляторы ШО-16, ШО-12 и РФ-5, крюки типов КР-10 и КР-8, трансформаторы и ограничительные перемычки сопротивлением 400 — 600 *ом* при соединении проводов абонентского ввода с линейными проводами.

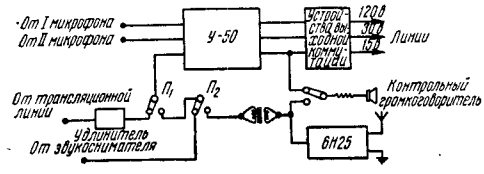
Нормальное входное сопротивление абонентской линии на частоте 400 *гц* определяется по формуле

$$Z = \frac{7\,000}{N}\ ом,$$

где N — число абонентских точек, включённых в линию.

Радиотрансляционный узел оборудуется усилительной аппаратурой, тип которой выбирается в зависимости от нагрузки трансляционной сети (табл 258). При радиофикации небольших посёлков широкое применение нашла установка типа УК-50, описываемая ниже. Основным видом трансляционного радиоприёмника является приёмник типа ПТС-47, однако временно на узлах используются также вещательные приёмники других типов.

Установка типа УК-50 — установка клубная, мощностью 50 *вт* (фиг. 350) состоит из



Фиг. 350. Скелетная схема установки типа УК-50

усилителя типа У-50, описанного ниже приёмника типа 6Н-25 («Восток»), двух микрофонов СДМ, граммофонного мотора МС-1 со звукоснимателем, контрольного громкоговорителя АД-0,25 или ДАГ и упрощённого коммутатора выхода.

Приёмник типа 6Н-25 («Восток») выпуска 1946 г. — всеволновый супергетеродин. Размеры приёмника 600 × 350 × 260 *мм*. Потребляемая мощность 90 *вт*, выходная мощность 3,5 *вт* при коэфициенте нелинейности 10%. Полоса звуковых частот 100 ÷ 4 000 *гц* при неравномерности не более ±6 *дб*.

Диапазон волн приёмника: длинные волны 2 000÷750 *м*, средние волны 545÷200 *м*, короткие волны — два растянутых поддиапазона: 50,8÷30,4 *м* и 26÷19,2 *м*. Чувствительность приёмника при выходной мощности 0,35 *вт*: на длинных и средних волнах 100 *мкв*, на коротких волнах 250 *мкв*. Избирательность не менее 20 *дб* при расстройке ±10 *кгц*.

В приёмнике используется следующий комплект ламп: 6А8 — 1 шт., 6К3 — 1 шт., 6Г7 — 1 шт., 6Ф6 — 2 шт., 5Ц4С — 1 шт.

Студия и радиотрансляционное оборудование узла располагаются в соседних помещениях (фиг. 351).

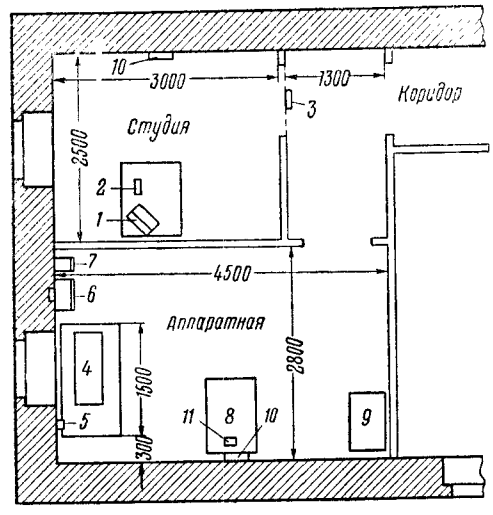
Радиофикация путевых казарм и будок представляет специфические трудности ввиду невозможности использования в них радиоприёмников с питанием от сети переменного тока. Поэтому радиофикация этих пунктов осуществляется в зависимости от местных условий одним из следующих способов:

1) установкой в них индивидуальных вещательных приёмников с питанием от сухих элементов и батарей (типа «Родина», «Искра»);

2) при расположении будок или казарм вблизи от радиотрансляционных узлов МПС или МС (до 5 *км*) к ним подвешиваются иногда специальные пары проводов, обеспечивающие питание громкоговорителей;

3) в некоторых случаях питание приёмников постоянного тока обеспечивается подачей энергии постоянного тока от ближайшей узловой станции. При этом для питания накала ставятся гасящие сопротивления или аккумуляторы;

4) при расположении на небольшом расстоянии (до 5 *км*) нескольких казарм или будок и при возможности подать в одну из них переменный ток, в последней устанавливается сетевой приёмник, дающий на выходе мощность 2÷3 *вт*, что обеспечивает питание маломощных громкоговорителей (до 4÷5 шт.), устанавливаемых в прочих будках.



Фиг. 351. Примерный план размещения оборудования на станции радиоузла мощностью 50÷100 *вт*: *1* — пульт студии; *2* — динамический микрофон; *3*—транспарант студии; *4*—комбинированный трансляционный узел типа УК-50-М (УК-50) или КТУ-100; *5*—антенный щиток; *6*—релейный щиток; *7*—силовой щиток; *8*—стол механика; *9*—шкаф; *10*—электрочасы; *11*—телефонный аппарат

ПЕРЕДАЮЩИЕ И ПРИЁМНЫЕ РАДИОСТАНЦИИ

Передающие радиостанции

Передающая радиостанция (фиг. 352) предназначается для передачи по радио телеграфных и телефонных сигналов приёмным радиостанциям.

Удаление передающей станции от городов, как правило, достигает 5÷60 *км*.

На технической территории передающей станции располагаются технические здания, антенны, трансформаторная подстанция, электростанция, нефтехранилища и технические склады.

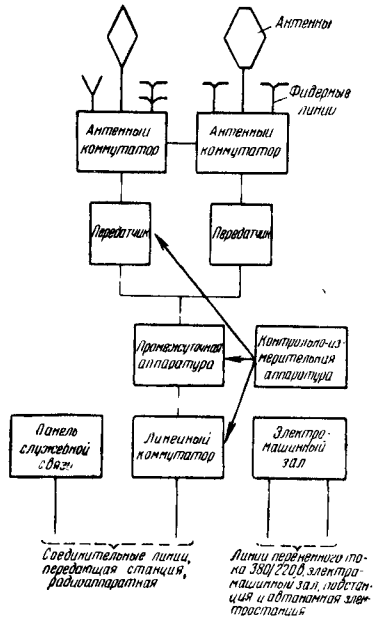
Средние размеры технических территорий передающих станций указаны в табл. 263.

Таблица 263

Средние размеры технических территорий передающих радиостанций

Наименование	Число антенн		Площадь в *га*
	РГД	РГ	
Крупная радиостанция	10	30	260÷340
Небольшая »	2	8	60÷90

На прилегающей к технической территории зоне размещаются пожарные и административно-хозяйственные здания.



Фиг. 352. Скелетная схема передающей радиостанции

Антенное поле. Бо́льшую часть технической территории занимает антенное поле. Суммарная площадь установленных антенн обычно составляет $^1/_3 \div {}^1/_4$ части антенного поля.

На передающих радиостанциях применяют направленные и ненаправленные антенны следующих типов: уголковые, вертикальные несимметричные и их разновидности, симметричные горизонтальные и их разновидности, сложные горизонтальные с рефлектором и без него и ромбические и их разновидности.

Данные передающих антенн приведены в табл. 264.

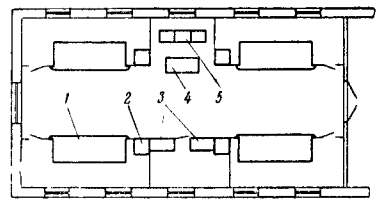
При расположении антенны следует учитывать рельеф местности. Желательно антенны располагать на ровной площадке. Для уменьшения искажений диаграмм направленности и для сохранения нормального коэфициента усиления не рекомендуется сооружать другие антенны в пределах границ «свободных зон» (см. «Приёмные радиостанции»).

Фидерные линии, соединяющие передатчики с антеннами, обычно бывают двухпроводные воздушные длиной 300÷500 *м* с волновым сопротивлением 600 *ом*. Потери энергии в фидерной линии длиной 1 *км*, как правило, не превышают 3÷5%. Вводы фидерных линий в техническое здание рекомендуется выполнять воздушными.

Для согласования входного сопротивления антенн с волновым сопротивлением фидерных линий применяют экспоненциальные трансформаторы.

Аппаратный зал является центром технической эксплоатации. Площадь его обычно бывает 40÷500 *м*² в зависимости от размера передающей станции, высота не менее 3—5 *м*.

Оборудование примерно занимает $^1/_3 \div {}^1/_4$ площади аппаратного зала (фиг. 353). Ширину



Фиг. 353. Расположение аппаратуры в аппаратном зале: *1*—передатчик; *2*—антенный коммутатор; *3*—силовой распределительный щит; *4*—пульт дежурного техника; *5*—контрольно-коммутационная аппаратура

эксплоатационных проходов принимают 2÷3 *м*, технических 0,8÷1 *м*.

На небольших передающих станциях комплекс линейно-коммутационной и контрольно-измерительной аппаратуры, как правило, монтируется в аппаратном зале.

Аппаратный зал располагается иногда на первом, а чаще на втором этаже, над электрозалом и помещением с устройствами водяного охлаждения.

Освещение в аппаратном зале должно быть не менее 75 *лк* на панелях передатчиков и контрольно-коммутационной аппаратуре.

Электроснабжение передающих радиостанций осуществляется от электростанции и при аварии сети переменного тока от специально предусмотренных автономных электростанций. Энергия переменного тока с напряжением 3, 6, 10 *кв* подаётся на трансформаторную подстанцию.

С трансформаторной подстанции и автономной электростанции энергия переменного тока напряжением 220/380 *в* подаётся на силовой распределительный щит, который обычно располагают в электромашинном зале, а иногда в аппаратном зале (фиг. 354).

Потребление энергии передатчиками различных типов указано в табл. 265.

Заземление устраивается для приведения к нулевому потенциалу оболочек кабелей и корпусов аппаратуры.

Сопротивления заземления должны быть порядка 5÷10 *ом*.

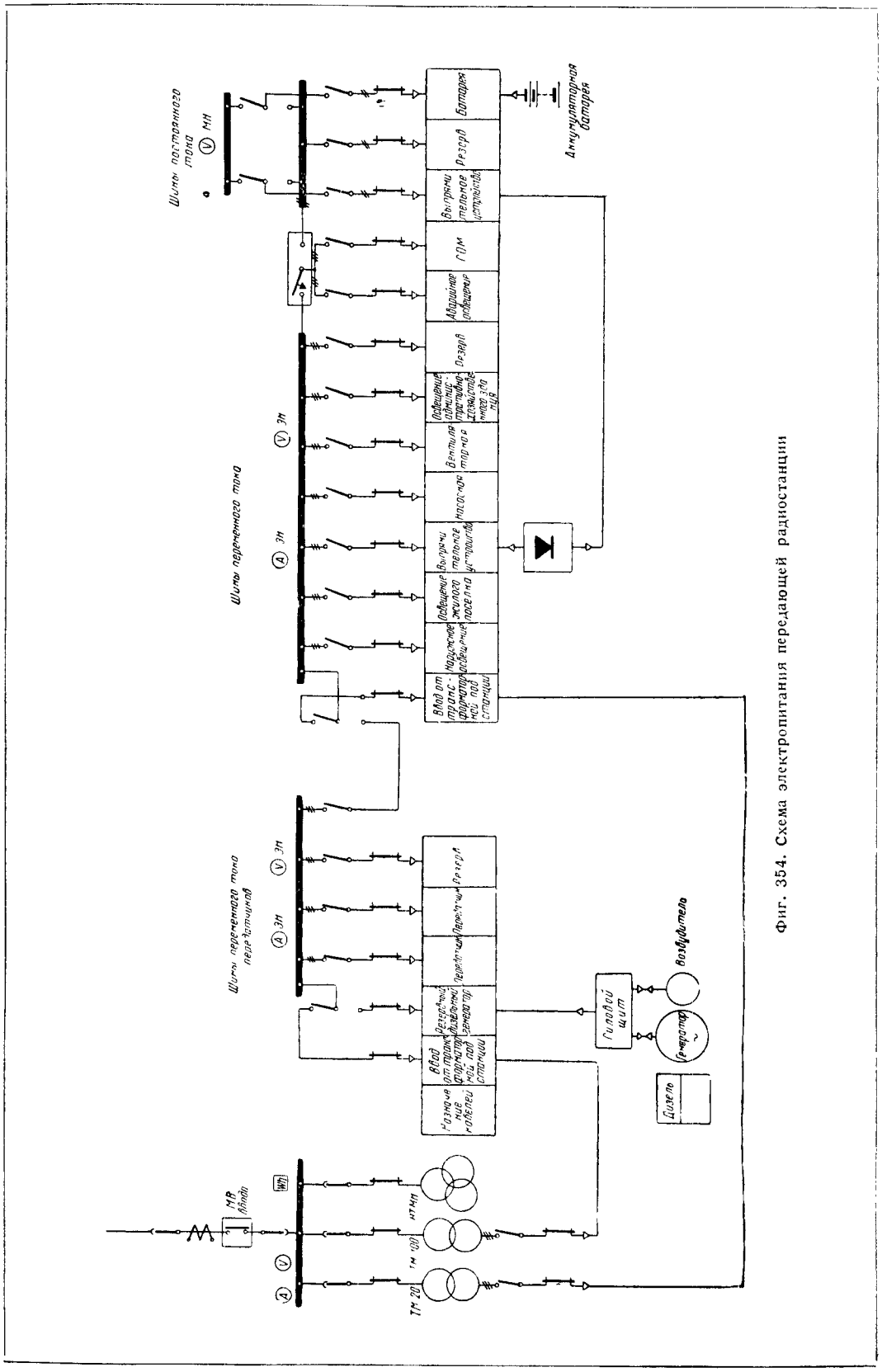
Трансляционные линии (воздушные и кабельные) применяются для соединения передающей или приёмной радиостанции с радиоаппаратным залом. Воздушные линии на подходе к техническому зданию должны каблироваться.

Количество необходимых пар трансляционной линии определяется числом передатчиков передающей станции.

На небольших воздушных трансляционных линиях применяют стальные провода диаметром 5; 4; 3 и 2,5 *мм*. На более длинных линиях применяются медные или биметаллические провода диаметром 4; 3 и 2,5 *мм*.

Трансляционные кабели обычно имеют диаметр медных жил 0,8—0,9 *мм*.

Жилищный комплекс. Каждая передающая и приёмная радиостанция имеет своё



Фиг. 354. Схема электропитания передающей радиостанции

Таблица 264

Передающие антенны для радиосвязи

Длина магистрали в *км*	Минимально необходимый диапазон в *м*	Мощность передатчика в *квт*	Коэфициент усиления антенны	Антенны, удовлетворяющие данным требованиям
5 000÷10 000	15÷65	60	50 на волнах длиннее 50 *м*, допустимо снижение до 33	РГД $2\frac{65}{4}$ 1 на оптимальную волну 22 *м* для диапазона 15÷35 *м* РГД $2\frac{65}{4}$ 1 на оптимальную волну 40 *м* для диапазона 28÷65 *м*
3 000÷5 000	15÷65	15	53 на волнах длиннее 50 *м*, допустимо снижение до 32	РГД $2\frac{65}{4}$ 1 на оптимальную волну 22 *м* для диапазона 15÷35 *м* РГД $\frac{65}{4}$ 1 на оптимальную волну 40 *м* для диапазона 28÷65 *м*
1 500÷3 000	15÷65	15	27	РГД $\frac{65}{4}$ 1 на оптимальную волну 20 *м* для диапазона 15÷39 *м* РГД $\frac{65}{4}$ 1 на оптимальную волну 30 *м* для диапазона 32÷65 *м*
1 000÷1 500	—	15	10	РГД $\frac{65}{2.8}$ 0,6 на оптимальные волны 25 и 43 *м*
600÷1 000	—	15	3	РГ $\frac{57}{1,7}$ 0,5 на оптимальные волны 30 и 60 *м* для работы в годы пониженной солнечной активности РГ $\frac{57}{1,7}$ 0,5 на оптимальные волны 22 и 40 *м* для работы в годы повышенной солнечной активности
400÷600	—	1 (желательно увеличить до 3)	3	ВГД размером l=0,25 λ длинной, H=0,25 λ длинной ВГД размером l=0,5 λ короткой, H=0,4 λ короткой

Условные обозначения: ВГД—вибратор горизонтальный диапазонный; длина одного уса l; высота подвеса H; РГ $\frac{57}{1,7}$ 0,5—антенна ромбическая горизонтальная, половина тупого угла которой равна 57°; длина стороны равна 1,7 оптимальной волны; высота подвеса её равна 0,5 оптимальной волны.

РГД $\frac{65}{4}$ 1—антенна ромбическая горизонтальная сдвоенная, половина тупого угла которой равна 65°; длина стороны равна 4 оптимальным волнам; высота подвеса её равна оптимальной волне.

РГД $2\frac{65}{4}$ 1 — две антенны ромбические горизонтальные сдвоенные, работающие от общего фидера. Каждая из них имеет половину тупого угла, равную 65°, длину сторон, равную четырём оптимальным волнам, высоту подвеса, равную оптимальной волне.

Таблица 265

Потребление электроэнергии передатчиками различных типов при питании их от сети переменного тока

Тип передатчика	Потребляемая мощность трёхфазного тока напряжением 220 *в* в *квт*
РК-1	8
ДРК-15	50
КВ-15/25	105

жилищно-коммунальное хозяйство: жилые дома, детский сад, столовую, медпункт, красный уголок.

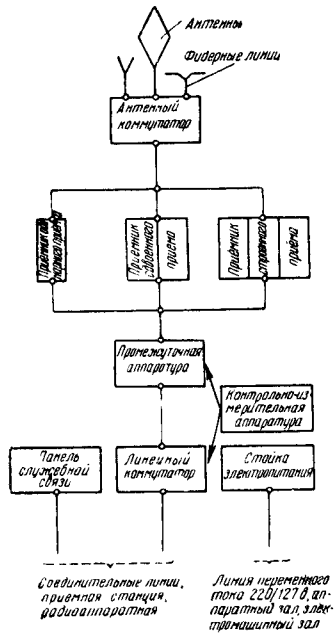
Приёмные радиостанции

Приёмная радиостанция (фиг. 355) предназначается для приёма телеграфных и телефонных сигналов, излучаемых передающими радиостанциями.

Удаление приёмной станции от больших городов достигает 30÷60 *км*, а от городов средней величины 5÷20 *км*.

Площадки приёмной станции должны отвечать условию отсутствия близости источников промышленных помех и помех от действующих передающих радиостанций (табл. 266 и 267).

На технической территории приёмной станции располагают технические здания, антенны, трансформаторную подстанцию, нефте- и бензохранилища и технические склады.



Фиг. 355. Скелетная схема приёмной радиостанции

Таблица 266

Рекомендуемое минимальное удаление приёмной радиостанции от вероятных источников промышленных помех

Характеристика источника помех	Рекомендуемое удаление в *км*
Высоковольтные линии при напряжении 60 *кв*	2,0
То же, при напряжении до 35 *кв*	1,0
Электростанции открытого типа	1,5
Проволочные воздушные линии, в том числе высоковольтные, связи и другие	0,2
Клиники с электролечебными установками	1,0
То же, при наличии конденсаторных рентгеновских аппаратов	3,0
Дороги с автомобильным движением	0,3
Электрические железные дороги и трамваи	0,2
Электросварочные аппараты переменного тока	0,2
Осцилляторные сварочные аппараты	5,0
Здания с незащищёнными выключателями, аппаратами АТС и тому подобной аппаратурой	0,1
Электромоторные и тому подобные установки	0,2

Таблица 267

Рекомендуемое минимальное удаление приёмной радиостанции от коротковолновых передающих радиостанций

Мощность передатчиков в *квт*	1	5	20	60	60
Расстояние в *км*	1—2	3—5	5—10	10—15	15—20

Средние размеры территории приёмных радиостанций указаны в табл. 268.

Таблица 268

Средние размеры территории приёмных радиостанций

Наименование	Число антенн		Площадь в *га*
	РГ	ВГ	
Крупная радиостанция	30	20	220
То же	25	15	175
Небольшая радиостанция	6	3	45
Выделенный приёмный пункт	—	2	1

На прилегающей к технической территории зоне располагают посёлок, пожарные и административно-хозяйственные здания.

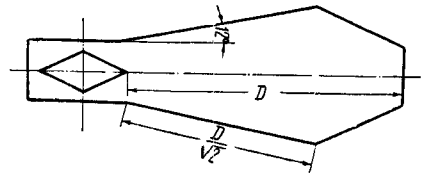
Антенное поле. Бóльшую часть технической территории занимает антенное поле. Суммарная площадь установленных антенн обычно составляет $^1/_4 \div ^1/_7$ площади антенного поля.

На приёмных радиостанциях применяют направленные и ненаправленные антенны следующих типов: уголковые, вертикальные несимметричные и их разновидности, симметричные горизонтальные и их разновидности, бегущей волны и ромбические и их разновидности.

Основные данные коротковолновых приёмных антенн указаны в табл. 269.

При расположении антенн следует учитывать рельеф местности. Желательно антенны располагать на ровной площадке или так, чтобы в сторону корреспондента было понижение рельефа. Для уменьшения искажений диаграмм, направленности и коэфициентов усиления антенн не рекомендуется сооружать другие антенны в пределах границ «свободных» зон (фиг. 356).

Рекомендуемая протяжённость свободных зон указана в табл. 270.



Фиг. 356. Схема границ активного поля направленной коротковолновой антенны

Для получения наилучших результатов при сдвоенном и строенном приёме антенны надлежит разносить на 300÷400 *м* друг от друга. Наиболее существенным является разнос их вдоль линии распространения.

Соединение антенн с приёмными устройствами, находящимися в техническом здании, осуществляется при помощи фидерных линий.

Таблица 269

Основные данные коротковолновых антенн

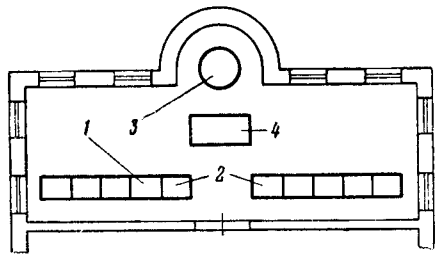
Наименование антенны и условные обозначения	Краткая электрическая характеристика	Основные конструктивные данные	Область применения
Несимметричный вибратор ВН $\frac{l}{\varphi}$, где l — длина вибратора в *м*; φ — угол наклона относительно вертикали в градусах	Ненаправленная в горизонтальной плоскости. В вертикальной плоскости обладает направленностью. При $l > 0{,}625\ \lambda$ максимум направлен вдоль земли. Диапазон от 1,6 l и выше	Одиночный вертикальный или наклонный провод $l = (5 \div 10)$ *м* или металлическая свободно стоящая труба $l = (10 \div 12)$ *м*	Ненаправленная антенна для связи поверхностными волнами $r < 50$ *км*
Уголковая антенна УГ $\frac{l}{H}$, где l — длина вибратора в *м*; H — высота подвеса в *м*	Ненаправленная в горизонтальной плоскости. В вертикальной плоскости обладает направленностью. При $H = \frac{\lambda}{2}$ максимум направлен под углом $\Delta = 30°$. Диапазон $(1{,}6 \div 2{,}66)l$	Состоит из двух горизонтальных взаимно перпендикулярных проводов длиной l. Оптимальная высота подвеса $H = l$	Ненаправленная антенна для дальней связи
Горизонтальный вибратор ВГ $\frac{l}{H}$, где l — длина одного уса в *м*; H — высота подвеса в *м*	Под углом $\Delta > 25°$ даёт практически направленный приём. Под углами $\Delta \leqslant (5 \div 15)°$ даёт незначительную мощность приёма при восьмёрочной диаграмме направленности. Диапазон $(1{,}6 \div 8)\,l$	Горизонтальный провод длиной $2l$, в разрыв которого включён симметричный фидер	Слабонаправленная антенна ближней связи $r \approx (50 \div 1\,500)$ *км*
Антенна бегущей волны Б $\frac{n}{l}$, $\frac{C_1}{l_1}$, H, где n — число вибраторов; l — длина уса в *м*; l_1 — расстояние между усами в *м*; C_1 — ёмкость конденсаторов связи в *мкмкф*; H — высота подвеса в *м*	Антенна с хорошей направленностью. Небольшая мощность приёма. Угол раствора главного лепестка $\sim 20°$. Угол подъёма главного лепестка над горизонтом $\Delta = 16°$ при угле раствора $(8 \div 25)°$. Диапазон $(4 \div 8)\,l$	Горизонтальная двухпроводная линия длиной ~ 90 *м*, возбуждаемая через $C_1 = (6 \div 25)$ *мкмкф* вибраторами длиной $(3 \div 12)$ *м*, расположенными на расстоянии $l_1 = \frac{\lambda}{4}$ друг от друга. Занимаемая площадь 80×110 *м*. Число опор $20 \div 30$	Направленная антенна для линии радиосвязи $r = (1\,500 \div 3\,000)$ *км*
Ромбическая антенна РГ $\frac{\Phi}{l/\lambda_0}$, $\frac{H}{\lambda_0}$, где Φ — половина тупого угла в градусах; l/λ_0 — длина стороны и H/λ_0 — высота подвеса, выраженные в длинах расчётной волны	Антенна с удовлетворительной направленностью и значительной мощностью приёма. Угол раствора главного лепестка $\sim (20 \div 30)°$. Направленность в вертикальной плоскости главного лепестка в среднем $\Delta = 17°$ при угле раствора $7 \div 27°$. Коэфициент направленности $\Delta = 30 \div 100$. Диапазон $(0{,}2 \div 0{,}5)\,l$	Горизонтальная двухпроводная линия, подвешенная на $H = 20 \div 30$ *м*. В плане образует фигуру ромба со стороной порядка 100 *м*. Тупой угол $2\Phi = (130 \div 140)°$. Занимаемая площадь 100×200 *м*	Направленная антенна на линиях радиосвязи протяжённостью $r = (3\,000 \div 5\,000)$ *км*
Сдвоенная ромбическая антенна РГ $\frac{\Phi}{l/\lambda_0}$, $\frac{H}{\lambda_0}$	Коэфициент направленности возрастает в $1{,}5 \div 2$ раза по сравнению с антенной РГ	Две параллельно включенные антенны РГ. Занимаемая площадь 130×200 *м*	Направленная антенна для линии радиосвязи $r > 3\,000 \div 5\,000$ *км*

Продолжение табл. 269

Наименование антенны и условные обозначения	Краткая электрическая характеристика	Основные конструктивные данные	Область применения
Согнутая ромбическая антенна РС $\frac{\Phi}{l/\lambda_0}, \frac{H_1/\lambda_0}{H_2/\lambda_0}$, где Φ — половина тупого угла в градусах; l/λ_0 — длина стороны; $H_1/\lambda_0, H_2/\lambda_0$ — высоты подвеса в остром и тупом углах, выраженные в длинах расчётной волны	Антенна отличается от соответствующих горизонтальных ромбических антенн меньшим $\Delta_1 = 15 \div 75$	В отличие от РГ и РГД острые углы опускаются до (4 ÷ 6) *м* над землёй	Направленная антенна вспомогательного назначения для линии радиосвязи до 5 000 *км*

Фидерные линии обычно бывают воздушные четырёхпроводные, редко кабельные, и достигают длины 700÷800 *м*. Волновое сопротивление фидерных линий делают равным 200÷250 *ом*. Затухание воздушного фидера на волне 20 *м* обычно составляет 1,4 *неп/км*, кабельного — 2,1 *неп/км*. Вводы фидеров в техническое здание рекомендуется выполнять кабелем типа РД-26 с волновым сопротивлением 200 *ом*.

Аппаратный зал является центром технической эксплоатации. Площадь его обычно бывает 40÷350 $м^2$ в зависимости от размера приёмной станции; высота не менее 3 *м*. Оборудование занимает примерно $^1/_8 \div ^1/_5$ площади аппаратного зала (фиг. 357).



Фиг. 357. Расположение аппаратуры в аппаратном зале: *1*—комплекты магистральных приёмников; *2*—контрольно-коммутационная аппаратура; *3*—антенный коммутатор; *4*—пульт дежурного техника

Ширину эксплоатационных проходов принимают 1,75 *м*, технических — не менее 1,0 *м*.

Для получения максимальных эксплоатационных удобств необходимо при расположении приёмной аппаратуры производить её группировку по следующим признакам: по типам аппаратуры, по роду работы, по направлениям.

Комплекс линейно-коммутационной аппаратуры, как правило, монтируется в центре зала.

Аппаратный зал располагается на первом или втором этаже технического здания на расстоянии не менее 15÷25 *м* от электромашинного зала.

Таблица 270

Рекомендуемая протяжённость «свободных зон»

Тип антенны		$\frac{D}{\lambda}$
активная	пассивная	
РГ	Б	8
	РГ	12
	РГД	18
РГД	Б	12
	РГ	17
	РГД	26
Б	Б	7
	РГ	11
	РГД	16

Освещённость в аппаратном зале должна быть не менее 75 *лк* на панелях приёмников и контрольно-коммутационной аппаратуре.

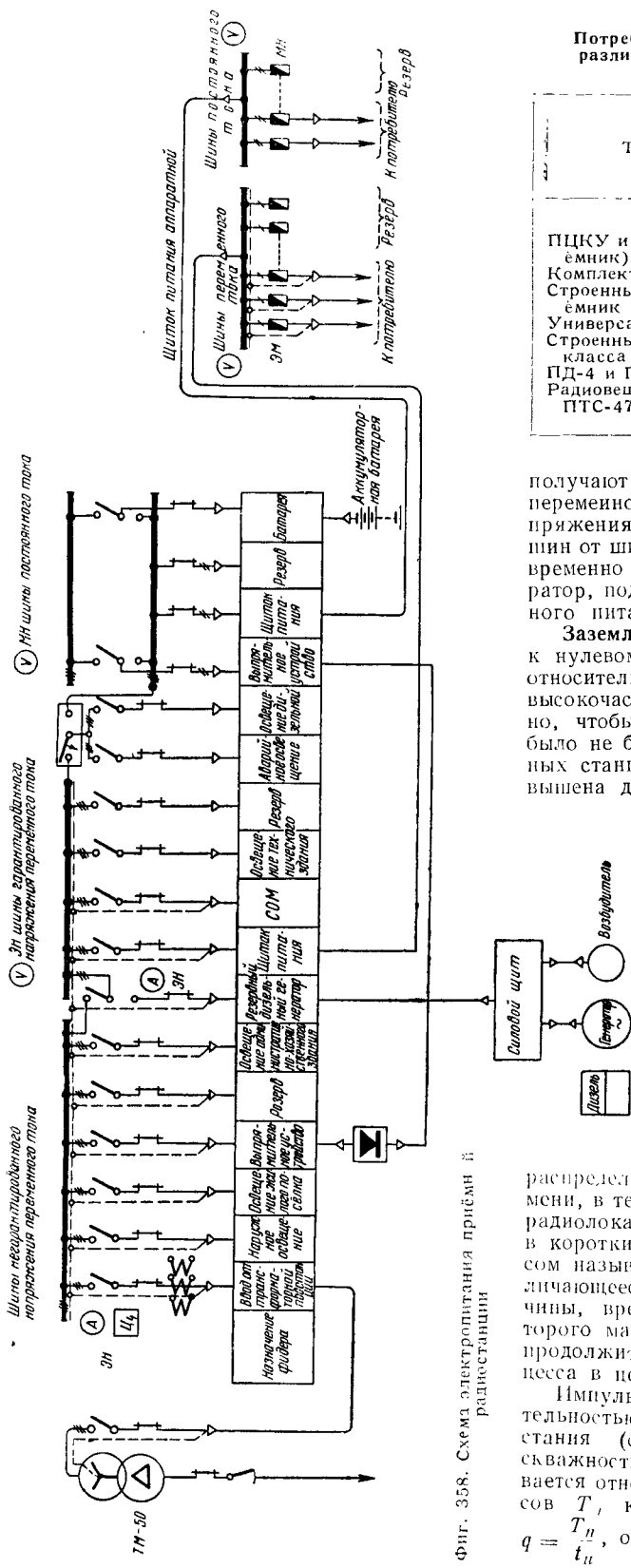
Энергоснабжение приёмных радиостаций осуществляется от электростанции и при аварии последних—от специально предусмотренных автономных электростанций.

Энергия переменного тока напряжением 3; 6; 10 *кв* подаётся к трансформаторной подстанции, имеющей, как правило, два трансформатора. С трансформаторной подстанции энергия переменного тока напряжением 127, 220 или 380 *в* подаётся на силовой распределительной щит, находящийся в электромашинном зале. Обычно 10% энергии расходуется на питание приёмной и вспомогательной аппаратуры, а остальная часть — на хозяйственные и технические нужды.

Данные о потреблении электроэнергии приёмниками различных типов указаны в табл. 271.

Всё оборудование электропитания монтируется в трансформаторной подстанции, электромашинном зале и аккумуляторной (фиг. 358).

Питание аппаратуры осуществляется от шин переменного тока гарантированного питания. Последние в нормальном режиме



Фиг. 358. Схема электропитания приёмной радиостанции

Таблица 271

Потребление электроэнергии приёмниками различных типов при питании их от сети переменного тока

Тип приёмника	Потребляемая мощность переменного тока в *вт*
ПЦКУ и КТФ-1 (на один приёмник)	150
Комплект ДЧТ	280
Строенный магистральный приёмник	550
Универсальный приёмник	100
Строенный приёмник 2-го класса	450
ПД-4 и ПД-5	100
Радиовещательный приёмник ПТС-47	150

получают электроэнергию от главных шин переменного тока. В случае выключения напряжения происходит отключение главных шин от шин гарантированного питания. Одновременно пускается аварийный мотор-генератор, подключённый к шинам гарантированного питания.

Заземление устраивается для приведения к нулевому потенциалу по высокой частоте относительно земли всех экранов, оболочек высокочастотных и других кабелей. Желательно, чтобы общее сопротивление заземления было не больше 2 *ом*. На небольших приёмных станциях эта величина может быть повышена до 5÷10 *ом*.

ИМПУЛЬСНАЯ ТЕХНИКА

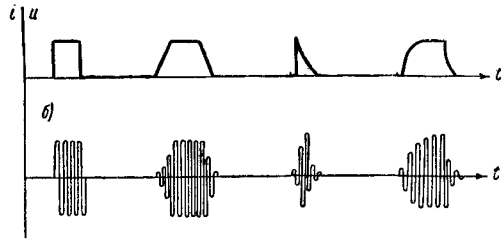
Общие сведения

Импульсной техникой называется область радиотехники, основанная на использовании кратковременных импульсов, электромагнитной энергии (импульсов напряжения или тока). Импульсная техника применяется в многоканальной радиосвязи, в телевидении и в радиолокации.

В многоканальной радиосвязи импульсы используются для распределения очерёдности каналов во времени, в телевидении для синхронизации и в радиолокации для концентрации энергии в коротких промежутках времени. Импульсом называется напряжение (или ток), отличающееся от нуля или постоянной величины, время нарастания или спадания которого мало по сравнению с практической продолжительностью нестационарного процесса в цепи.

Импульсы отличаются друг от друга длительностью, амплитудой, крутизной нарастания (спадания), частотой повторения, скважностью и формой. Скважностью называется отношение периода повторения импульсов $T_п$ к длительности самого импульса $t_и$ $q = \frac{T_п}{t_и}$, обычно $q > 300 \div 500$.

Различают собственно импульсы [1] и радиоимпульсы, понимая под радиоимпульсами «пакеты» высокочастотных колебаний, получающиеся в результате модуляции этих колебаний импульсами, определение которых дано выше (фиг. 359).



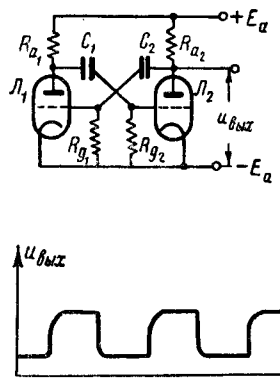
Фиг. 359. Формы импульсов: *а*—импульсы; *б*—радиоимпульсы

Импульсы могут генерироваться непосредственно схемой генератора или получаться в результате преобразования из периодических (обычно синусоидальных) или одиночных колебаний другой формы. Указанный процесс преобразования называется формированием.

Генераторы импульсов

Прототипом большинства схем импульсных генераторов является схема, описанная в 1918 г. проф. М. А. Бонч-Бруевичем и называемая мультивибратором.

Мультивибратор (фиг. 360). Если схема симметрична, т. е. данные элементов в цепях обеих ламп одинаковы, то генерируются



Фиг. 360. Схема мультивибратора

прямоугольные импульсы с интервалом между импульсами, равным длительности импульса.

При определённых условиях в несимметричной схеме можно также получить прямоугольные импульсы, но в них длительность импульса и интервала неодинаковы.

[1] В литературе, по аналогии с телевидением, собственно импульсы часто называют «видеоимпульсами».

Мультивибратор легко синхронизируется внешним периодическим напряжением. Он может быть применён также для деления частоты, если частота внешнего напряжения будет несколько меньше частоты, кратной его собственной.

Для мультивибратора применяются триоды с большой крутизной характеристики или телевизионные пентоды. Напряжение анодного источника тока для триодов выбирается равным

$$E_a = (1{,}2 \div 1{,}3)\, U_m,$$

где U_m — требующаяся амплитуда импульсов в *в*.

Для остальных элементов схемы симметричного мультивибратора справедливы следующие соотношения:

$$(5 \div 10)\, C_{вх} \leqslant C \leqslant \frac{1}{F \cdot 10\,(R_a + r_g)};$$

$$R_a = \frac{R_i}{\frac{E_a}{U_m} - 1};$$

$$(5 \div 10)\, R_a \leqslant R_g \approx \frac{1}{2FC \ln K_m};$$

$$K_m = \frac{U_m}{U_з},$$

где $C_{вх}$ — входная ёмкость лампы в фарадах;
F — частота повторения импульса;
r_g — сопротивление промежутка сетка—катод отпертой лампы, приблизительно равное 1 000 *ом*;
R_i — внутреннее сопротивление лампы в *ом*;
$U_з$ — сеточный потенциал запирания лампы в *в*.

Блокинг-генератор. Блокинг-генератором называют схему однолампового генератора (фиг. 361) с сильной положительной индуктивной связью между анодом и сеткой. Блокинг-генератор генерирует импульсы, близкие к прямоугольникам. Напряжения и токи, существующие при этом в цепях схемы, показаны на фиг. 361 внизу. В схеме блокинг-генератора применяются лампы с большой крутизной.

Параметры элементов схемы связаны следующими соотношениями:

$$E_a = \frac{U_m n_1}{0{,}9}; \quad n_1 = \frac{w_1}{w_з};$$

$$U_{g_m} = U_{a_m} - U_з \left(\text{при } n_2 = \frac{w_1}{w_2} = 1\right);$$

$$C_{вх} < C_g \approx \frac{t_u}{r_g \ln \frac{0{,}7 U_{g\,m}}{U_з}};$$

$$R_g \approx \frac{r_g}{F t_u}; \quad U_{a_m} = U_m n_1,$$

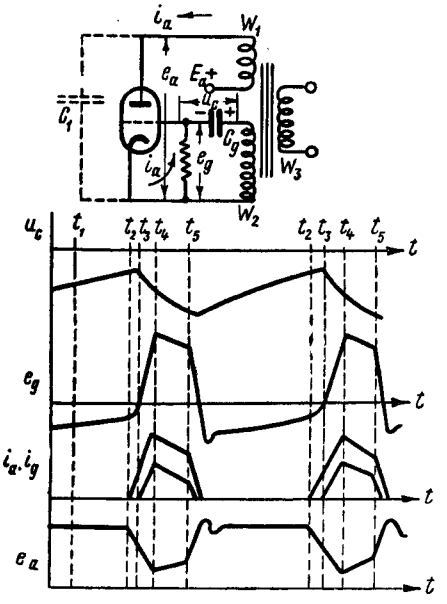
где t_u — требующаяся продолжительность импульса в сек.;

U_{g_m} — максимальная амплитуда положительного импульса на сетке в *в*;

U_{a_m} — максимальная амплитуда импульса на обмотке w_1 трансформатора в *в*.

Обозначения в расчёте мультивибратора $U_э$, $C_{вх}$, r_g, F в *см*.

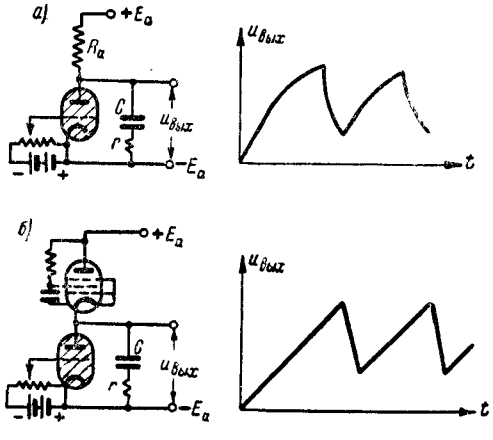
Блокинг-генератор легко синхронизируется и может быть применён для деления частоты.



Фиг. 361. Схема блокинг-генератора

Генератор пилообразного напряжения. Пилообразное напряжение требуется в осциллоскопах для развёртывания рассматриваемого электрического процесса во времени. Оно применяется также в схемах радиоретрансляционной связи.

Простейшая схема генератора пилообразных колебаний изображена на фиг. 362, *а*.



Фиг. 362. Схемы генераторов пилообразных колебаний с тиратронами

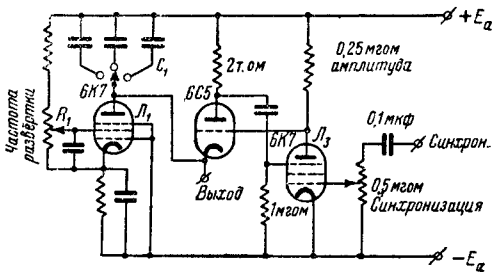
При включении схемы конденсатор медленно заряжается от анодного источника через сопротивление R_a. Когда потенциал на его обкладках достигает значения потенциала зажигания тиратрона, последний зажигается и конденсатор быстро разряжается через него. При достаточно малом напряжении на конденсаторе тиратрон гасиет и конденсатор начинает вновь заряжаться.

Сопротивление r включено для ограничения величины разрядного тока тиратрона. Генерируемые схемой фиг. 362, *а* колебания недостаточно прямолинейны.

Для получения колебаний лучшей формы вместо сопротивления R_a применяют пентод (фиг. 362,*б*), ток которого практически постояиеи.

Схемы фиг. 362, *а* и *б* вследствие инерционности тиратрона не позволяют получить частоту колебаний выше 40 *кгц*.

Пилообразные колебания с частотой $10 \div 2 \cdot 10^6$ *гц* возможно получитьот схемыфиг. 363,



Фиг. 363. Схема генератора пилообразного напряжения

в которой тиратрон заменён двумя лампами $Л_2$ и $Л_3$.

Частота развёртки плавно меняется потенциометром R_1 и скачками — регулятором P_1.

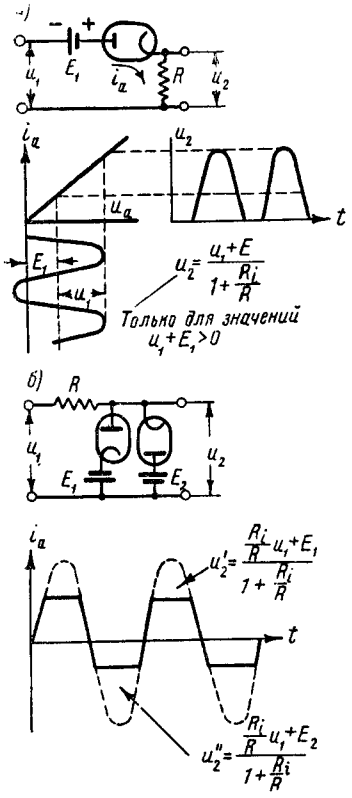
Методы формирования импульсов

Основными методами, применяемыми при формировании, являются ограничение, дифференцирование, интегрирование и применение спусковых схем.

В качестве исходных колебаний обычно берут синусоидальные, так как легче стабилизировать их частоту.

Ограничение. Ограничитель представляет собой устройство, напряжение на выходе которого остаётся практически постоянным, если подводимое напряжение превышает некоторую предельную величину (фиг. 364).

В качестве ограничителя может быть использована любая электронная лампа, так как электронные лампы имеют нелинейные характеристики. Схема фиг. 364,*а* производит «ограничение снизу». При перемене полярности диода будет происходить «ограничение сверху». Изменением величины электродвижущей силы E источника можно изменять предел ограничения. При $E=0$ будет происходить срезание полупериода. Фиг. 364,*б* представляет собой схему двустороннего ограничителя.



Фиг. 364. Схемы диодных ограничителей

Диференцирование. Диференцирующей называется схема, в которой выходное напряжение пропорционально производной по времени от входного напряжения (фиг. 365,*а*).

Для схемы фиг. 365, *а*

$$U_2 \approx RC\frac{dU_1}{dt}.$$

Практически точное диференцирование импульсов получается при

$$RC \leqslant 0{,}1\,t_\phi,$$

где t_ϕ — время нарастания (фронта) импульса.

Диференцирование применяется для получения кратковременных импульсов напряжения.

При помощи диференцирующих цепей возможно получение импульсов с наименьшей длительностью 0,1 *мксек*. Получение более коротких импульсов затрудняется наличием паразитных индуктивности и ёмкости в цепях входа и выхода схемы.

Интегрирование. Интегрирующей называется схема, в которой напряжение на выходе пропорционально интегралу по времени от напряжения на входе (фиг. 365, *б*).

Для схемы фиг. 365,*б*

$$U_2 \approx \frac{1}{RC}\int_0^t U_1\,dt$$

при условии, что

$$RC \geqslant 10\,t_u.$$

Если интегрирование осуществляется только в пределах длительности импульса

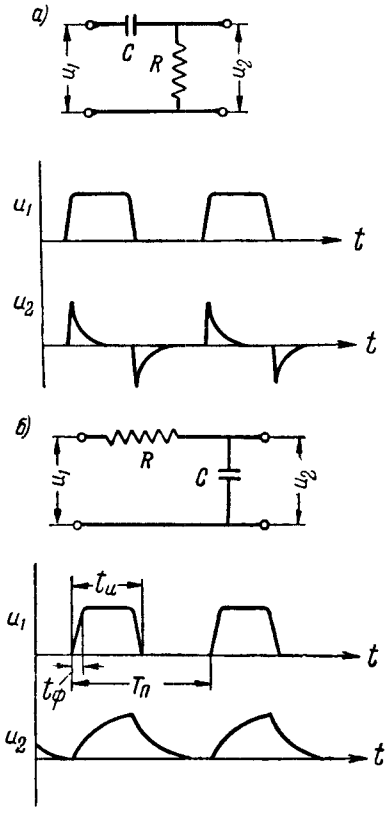
$$\left(U_2 \approx \frac{1}{RC}\int_0^{t_u} U_1\,dt\right),$$

т. е. требуется, чтобы к приходу второго импульса напряжение на конденсаторе стало равно нулю, то при этом необходимо, чтобы

$$3RC \leqslant T_n - t_u \approx T_n.$$

Если интегрирование должно распространяться и на время интервала между импульсами, то необходимо, чтобы

$$RC > 10\,T_n$$



Фиг. 365. Диференцирующая и интегрирующая схемы

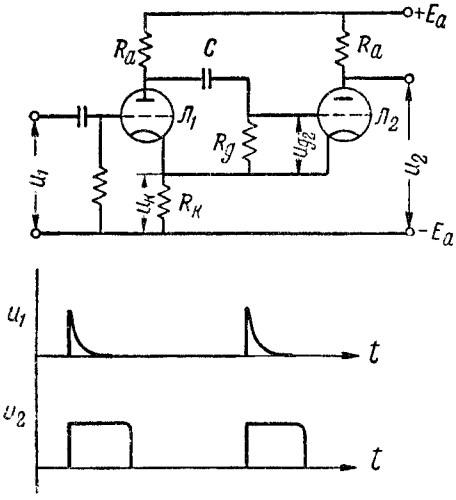
Интегрирование применяется для удлинения импульсов или для выделения импульсов большей продолжительности.

Спусковые схемы. Спусковой называется схема генератора периодических или одиночных импульсов, в которой частота следования и начальное временное положение импульсов задаются внешним напряжением.

Спусковые схемы применяются для удлинения или укорочения импульсов с одновре-

менным усилением их, а также для деления частоты следования импульсов с одновременным усилением и изменением их длительности.

Спусковые схемы можно подразделить на реактивные, в которых процесс завершения импульса определяется параметрами схемы (фиг. 366), и реостатные, в которых импульс



Фиг. 366. Спусковая схема

заканчивается под влиянием внешнего напряжения.

К реактивным схемам относят заторможенные мультивибратор и блокинг-генератор.

При сборке по схеме фиг. 366 необходимо выполнить следующие соотношения:

$$C = (15 \div 50)_{пкф} \geqslant C_{вх}; \quad R_g = \frac{t_u}{C \ln K_1};$$

$$R_a \approx \frac{U_m R_i}{E_a - U_m};$$

$$R_a + r_g + R_к \ll R_g; \; R_к > \frac{U_з}{I_{0_2}},$$

где K_1 — коэфициент усиления первого каскада схемы;

r_g — сопротивление промежутка сетка—катод отпертой лампы, равное 1 000 *ом*;

$C_{вх}$ — входная ёмкость второй лампы;

$U_з$ — сеточный потенциал запирания первой лампы в *в*;

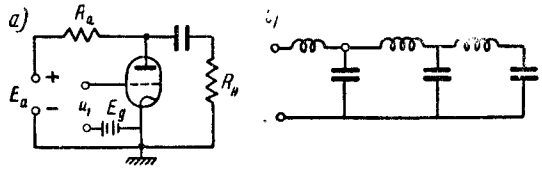
R_i — внутреннее сопротивление ламп в *ом*;

I_{0_2} — можно найти графически по динамической характеристике лампы $Л_2$ для постоянного тока при $U_{g_2} = 0$.

Реостатная спусковая схема представляет собой усилитель постоянного тока, выход которого непосредственно связан со входом. Реостатные спусковые схемы чаще всего применяются для укорочения импульсов. С их помощью возможно получение кратковременных импульсов с наименьшей длительностью в 1 *мксек*

Генераторы мощных импульсов

Для получения кратковременных периодически повторяющихся импульсов может быть использован принцип медленного накопления энергии в магнитном или электрическом поле и быстрого расходования её на нагрузку (фиг. 367).



Фиг. 367. Схема генератора мощных импульсов

Нормально лампа заперта отрицательным смещением E_g и отпирается только в моменты поступления на сетку кратковременных положительных импульсов. За время отсутствия импульсов конденсатор медленно заряжается от E_g через сопротивления R_a и $R_н$, а за время существования импульсов быстро разряжается через лампу на сопротивление $R_н$, создавая в последнем остроконечный импульс тока.

Ещё более мощные импульсы разряда получают, заменяя электронную лампу газоразрядным прибором или вращающимся механическим разрядником.

Для образования прямоугольного импульса в схему фиг. 367, *а* вместо конденсатора включается двухполюсник, изображённый на фиг. 367, *б*.

Практически достаточно для мощных импульсов тока при $t_u = 0{,}1 \div 0{,}5$ *мксек* иметь $1 \div 3$ звена и при $t_u = 2{,}5 \div 5$ *мксек* до $3 \div 8$ звеньев.

Системы радиоретрансляционной связи

В системах ретрансляционной (радиорелейной) многоканальной радиосвязи для каждого из нескольких телефонных каналов поочерёдно предоставляется один и тот же радиоканал на весьма короткий промежуток времени, в течение которого может быть послан импульс тока.

Таким образом, по радиоканалу передаются серии импульсов нескольких телефонных каналов, а на передающей и приёмной станциях происходит синхронное переключение телефонных каналов.

Для установления жёсткой синхронизации переключений с каждой серией телефонных (рабочих) импульсов посылается синхронизирующий (маркерный) импульс.

Частота повторяемости импульсов одного телефонного канала должна быть не менее чем в 3 раза выше максимальной частоты спектра передаваемого сигнала.

Полоса передаваемых по каналу частот должна быть не меньше обратной величины от длительности импульса $F_Б = \frac{1}{t_u}$. Так, при длительности импульса 1 *мксек* нужно иметь ширину полосы не менее 1 миллиона *гц*. Такую боковую полосу частот возможно пере-

дать только на очень высокой несущей частоте:

$$f_н \geqslant \frac{2\pi F_Б}{\vartheta},$$

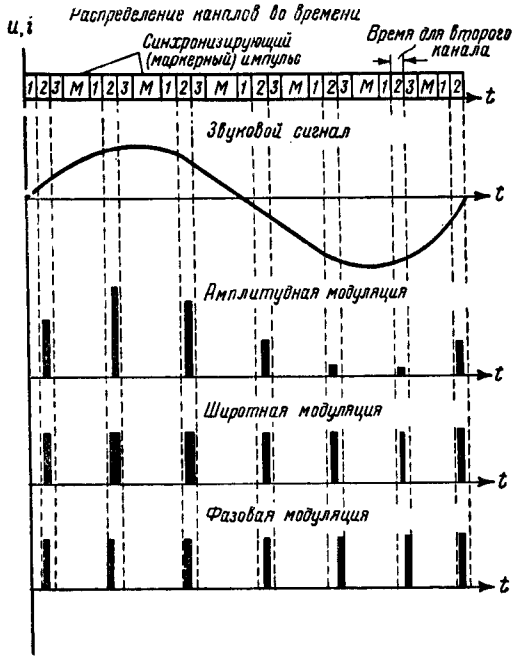
где ϑ — декремент затухания контура.

Поэтому многоканальные импульсные связи работают на ультракоротких волнах:

$$\lambda < \frac{3 \cdot 10^8 \vartheta}{2\pi F_Б}.$$

Радиус действия ультракоротких волн невелик и в зависимости от высоты применяемых антенн колеблется от 30 до 60 *км*. Через каждые 30 ÷ 60 *км* приходится ставить ретрансляционные установки.

По способу модуляции импульсов многоканальные системы делятся на системы с амплитудно-импульсной, широтно-импульсной и фазово-импульсной модуляциями (фиг. 368).



Фиг. 368. Различные виды модуляции импульсов второго канала в трёхканальной системе

Очерёдность следования импульсов достигается различными способами, но наиболее часто путём применения генератора пилообразного напряжения.

Передающая часть телефонной радиоретрансляционной системы (фиг. 369). Генератор с частотой 9 000 *гц* является ведущим для всей системы. Синусоидальное напряжение этого генератора используется для формирования маркерного импульса и пилообразного напряжения. Последнее воздействует на схемы формирования треугольных импульсов всех каналов.

Схемы формирования импульсов всех каналов совершенно идентичны, но имеют разные напряжения смещения на сетке первых ламп. Поэтому возрастающее по величине пилообразное напряжение будет отпирать лампы поочереди. Следовательно, и треугольные импульсы, возникающие в каналах, будут сдвинуты один по отношению к другому во времени.

Импульсы каналов модулируются каждый своим модулятором и затем складываются в общую последовательность друг с другом и с маркерным импульсом.

Маркерный импульс формируется из синусоидального напряжения отдельной схемой, причём параметры схемы подбираются так, чтобы при амплитудной модуляции в системе его амплитуда была больше максимального рабочего импульса, а при широтной и фазовой модуляциях он был в несколько раз шире рабочих импульсов.

Образованные таким образом импульсы усиливаются и затем поступают в передатчик, где модулируются высокочастотные колебания, и в виде радиоимпульсов излучаются в пространство.

Приёмная часть радиоретрансляционной системы (фиг. 370). Вначале радиоимпульсы поступают на преобразователь сверхвысокой частоты в промежуточную, затем усиливаются, детектируются в собственно импульсы и вновь усиливаются. Вся последовательность полученных импульсов после детектора подаётся одновременно на входы всех схем выделения каналов (селекторов). Процессами выделения каналов на приёмном конце управляет генератор пилообразного напряжения с независимым возбуждением, управляемый приходящими маркерными импульсами. Маркерные импульсы выделяются из общей последовательности импульсов или ограничением снизу при амплитудной модуляции или применением интегрирующей схемы (фиг. 371) при широтной и фазовой модуляциях.

Полученные импульсы одного канала при широтной и амплитудной модуляциях пропускаются через фильтр нижних частот, выделяющий звуковой сигнал.

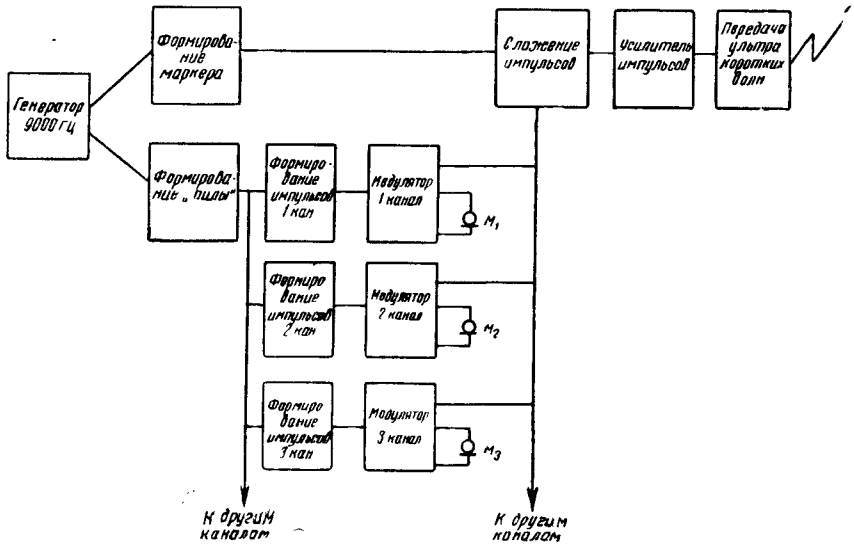
Фазово-модулированные импульсы первоначально превращаются в широтно-модулированные, а затем тоже подаются на фильтр нижних частот.

ТЕЛЕВИДЕНИЕ

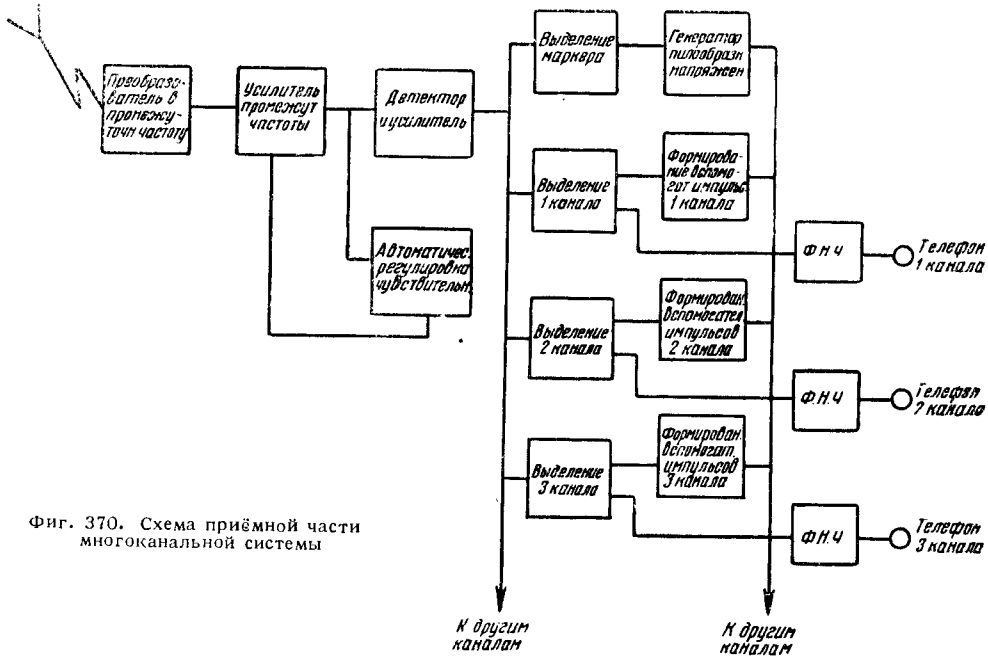
Телевидением называется видение на расстоянии, осуществляемое радиотехническим способом. В применяющемся сейчас чёрно-белом нестереоскопическом телевидении требуется передать освещённость каждой точки некоторой плоскости.

Свойство глаза сохранять некоторое время зрительное ощущение позволяет поочерёдно передавать освещённость различных элементов плоскости при условии, что всё изображение (кадр) будет передано в течение времени $T_к \leqslant \frac{1}{50}$ сек.

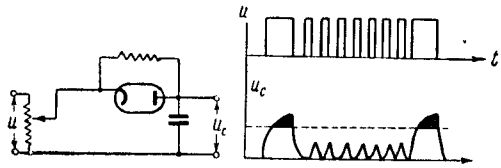
Практически изображение разбивают на квадратные элементарно малые площадки, образующие n_1 строк и n_2 столбцов. Переданное изображение тем более чётко, чем меньше элемент изображения, т. е. чем больше строк и столбцов в кадре. В СССР принят



Фиг. 369. Схема передающей части многоканальной системы



Фиг. 370. Схема приёмной части многоканальной системы

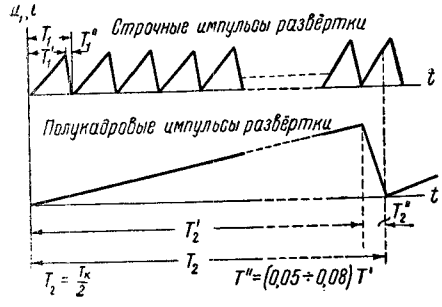


Фиг. 371. Выделение маркера при широтной модуляции

наиболее совершенный стандарт в 625 строк (в Англии — 405 строк, в США — 525 строк). Число столбцов

$$n_2 = \frac{4}{3} n_1.$$

Изображение проектируется на экран иконоскопа — электронно-лучевой трубки; экран состоит из очень большого числа отдельных чувствительных к свету элементов (мозаикой), ёмкостно связанных с находящимся за ними металлическим слоем (сигнальной пластиной). Электронный луч трубки под действием токов (фиг. 372) в управляющих катушках при электромагнитном управлении



Фиг. 372. Токи (напряжения) развёртки

лучом (или под действием напряжений такой же формы на управляющих электродах при электростатическом управлении) обходит поочерёдно все строки. При этом происходит заряд всех элементарных конденсаторов до одинакового потенциала.

За время $T_к$, проходящее до поворотного хода луча, каждый конденсатор разряжается тем больше, чем больше он освещён. Ток подзаряда каждого элементарного конденсатора, который потребуется для восстановления первоначального потенциала при повторном ходе луча, зависит, таким образом, от освещённости этого конденсатора. Вся последовательность токов подзаряда будет характеризовать освещённость отдельных элементарных площадок по ходу луча.

Максимальная частота изменения тока наступит тогда, когда изображение будет состоять из чёрных и белых полос шириной, равной размеру элементарной площадки. Эта максимальная частота

$$F_{max} = \frac{4}{3} \frac{n_1^2}{2} N,$$

где N — число кадров, передаваемых в 1 сек.

При $N = 50$ и $n_1 = 625$ $F_{max} \approx 13$ *мгц*. Следовательно, при передаче обеих боковых полос частот потребуется ширина полосы частот в 26 *мгц*. Это очень широкая полоса, и для её уменьшения принимаются две меры: передают одну боковую полосу частот и используют чересстрочную развёртку, т. е. за время одного $T_к$ передают нечётные строки, а за время следующего — чётные строки и т. д.

В этом случае $F_{max} = \frac{n_1^2 N}{3} \approx 6{,}5$ *мгц*, а практически оказывается достаточным передать ширину полосы $F_{max} = 4{,}6$ *мгц*.

Для телепередачи применяют ультракороткие волны.

Модуляция может быть позитивной, когда наибольшая амплитуда модулированных колебаний соответствует наибольшей освещённости, или негативной (наименьшая амплитуда при наибольшей освещённости). Чаще применяется негативная модуляция.

Частота следования полукадров берётся равной 50 (частота кадров равна 25) для того, чтобы меньше сказывался фон переменного тока с частотой 50 *гц*.

Частота строк, которая должна быть в 625 раз больше частоты кадров, получается за счёт четырёхкратного выделения пятой гармоники от исходной частоты 25 *гц*.

Прибором, воспроизводящим изображение в пункте приёма, является электронно-лучевая трубка со светящимся экраном (кинескоп), яркость свечения пятна которой управляется видеосигналом, полученным от приёмника.

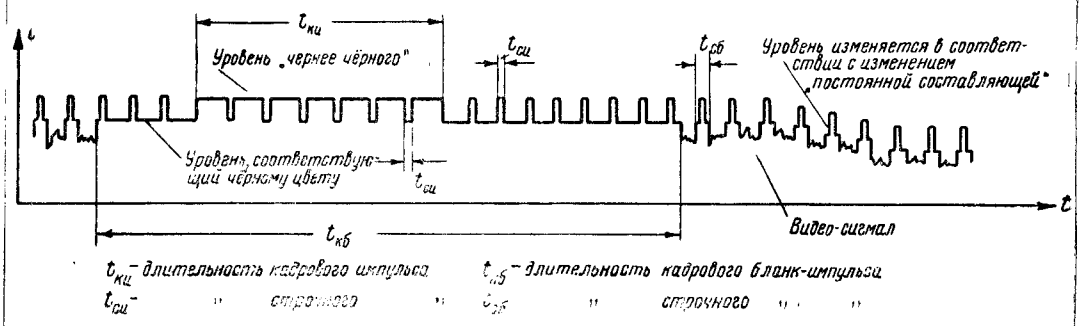
Для того чтобы при обратном ходе луч не создавал искажений, применяется подача отрицательного напряжения на сетки электронных прожекторов иконоскопа и кинескопа, которое запирает луч на время, несколько большее времени обратного хода луча.

Импульсы запирающего напряжения носят название бланк-импульсов. Бланк-импульсы передаются вместе с видеосигналом с амплитудой, соответствующей чёрному цвету изображения.

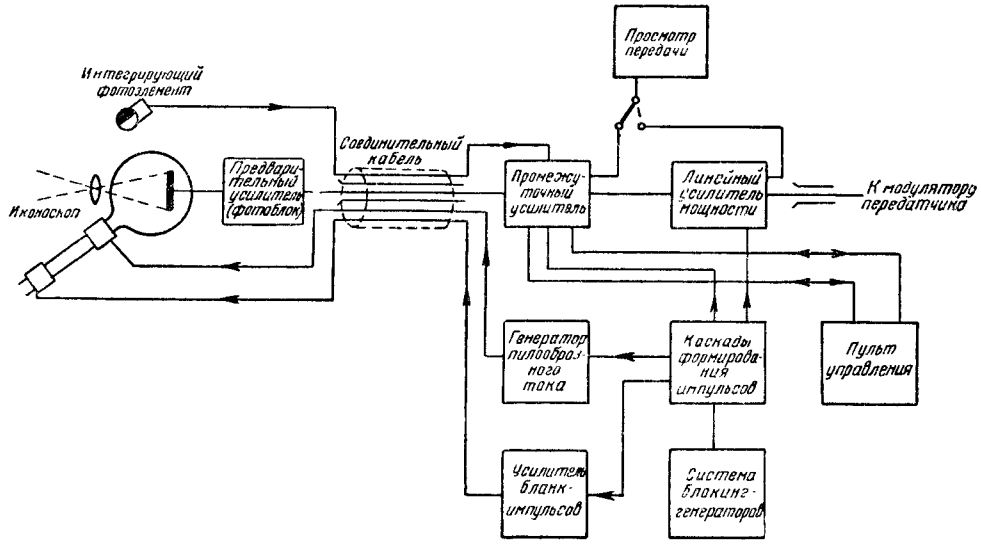
Для синхронизации частот развёртки в пунктах передачи и приёма вместе с сигналом изображения посылаются специальные импульсы, точно указывающие моменты начала каждой строки (строчные импульсы) и каждого кадра (кадровые импульсы).

Строчные импульсы кратковременны, кадровые — во много раз продолжительнее. Строчные импульсы, приходящиеся на время посылки кадрового, как бы «вырезаются» на фоне последнего.

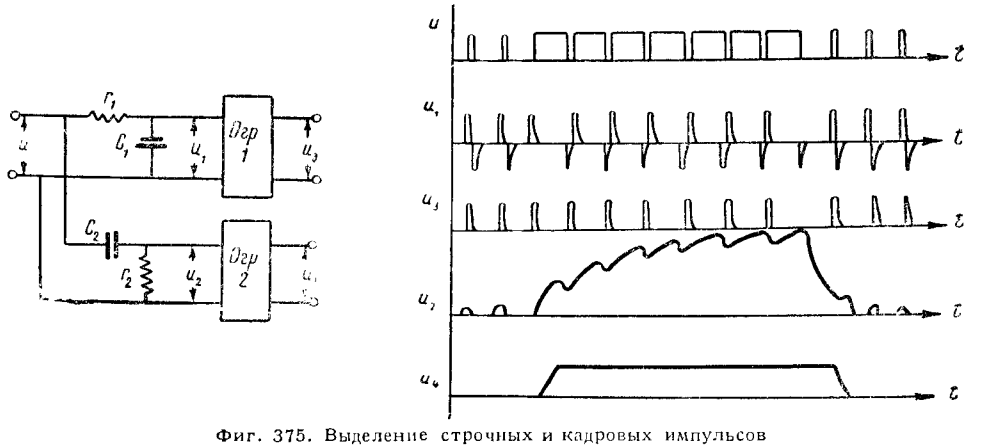
Строчные и кадровые импульсы передаются с амплитудой, большей, чем бланк-сигналы (уровень «чернее чёрного»). Медленные изменения средней освещённости всего изображения не могут быть переданы в тракте видеоканала обычным способом. Поэтому применяется интегрирующий фотоэлемент, ток которого, пропорциональный средней освещённости, управляет напряжением смещения одного из каскадов усилителя видеосигнала. За счёт этого меняется амплитуда бланк-сигналов (т. е. меняется освещённость экрана трубки, соответствующая чёрному цвету), чем и осуществляется передача средней освещённости («постоянной составляющей» видеосигнала). Результирующий видеосигнал (фиг. 373) с выхода линейного усилителя мощности (фиг. 374) подаётся на модулятор. Выделение синхронизирующих (строчных и кадровых) импульсов в месте приёма производится с помощью дифференцирующей и интегрирующей цепочек (фиг. 375) и последующего ограничения.



Фиг. 373. Форма видеосигнала



Фиг. 374. Скелетная схема основных элементов видеоаппаратуры



Фиг. 375. Выделение строчных и кадровых импульсов

Звуковое сопровождение, которое обычно передаётся одновременно с видеосигналом, модулирует несущую частоту, отстоящую на 6,5 *мгц* от несущей частоты видеосигнала.

Для улучшения качества передачи применяют частотную модуляцию.

Приёмная аппаратура (телевизоры)

Промышленные телевизионные приёмники изготовляются двух видов: супергетеродинные («Ленинград», «Москвич») и с прямым усилением (КВН-49).

Отличительной особенностью приёмников супергетеродинного типа является преобразование в промежуточные частоты как спектра звукового сопровождения, так и спектра видеосигнала. Для этого применяется преобразователь с местным гетеродином.

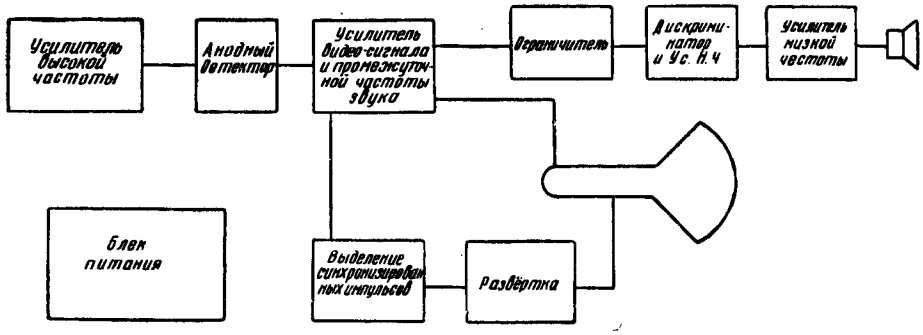
Синхронизирующие импульсы, которые ведут генераторы строчной и кадровой развёрток, выделяются с выхода усилителя видеосигнала.

В качестве промежуточной частоты для звуковой частоты в приёмнике типа КВН-49 (фиг. 376) принята разностная частота между несущей частотой сигнала изображения и несущей частотой звука, равная 6,5 *мгц*.

При этом отпадает надобность в местном гетеродине и промежуточная частота звука выделяется в детекторе одновременно с детектированием видеосигнала.

Синхронизирующие импульсы выделяются после широкополосного усилителя.

Для телевизионных приёмников обычно применяются горизонтальные антенны длиной, равной половине длины волны.



Фиг. 376. Скелетная схема телевизора типа КВН-49

Радиолокационный способ определения места повреждения в линии

Принцип радиолокации. Радиолокацией называется определение местоположения объекта методом посылки зондирующих и приёма отражённых от объекта радиоволн.

Явление отражения радиоволн от проводящей среды (корабля) было впервые отмечено А. С. Поповым в 1897 г.

Принцип импульсной радиолокации состоит в том, что в пространство периодически посылаются кратковременные радионмпульсы большой мощности, а в периоды между посылаемыми импульсами принимаются приходящие импульсы, являющиеся радиоволнами, отражёнными от объекта.

Периодически повторяющиеся зондирующий и отражённый импульсы фиксируются на экране электронно-лучевой трубки, и по промежутку времени t между ними (по расстоянию между ними на экране трубки) судят о расстоянии r от локатора до объекта, так как расстояние $2r$ (до объекта и обратно) радиоволна пройдёт за время

$$t = \frac{2r}{c},$$

где c — скорость распространения радиоволн в пространстве.

На железнодорожном транспорте нашёл широкое применение радиолокационный метод определения места повреждения в линии с помощью прибора типа ИЛ-1 (измеритель линии) разработки Центрального научно-исследовательского института электрических линий Министерства электростанций.

Общие данные прибора типа ИЛ-1. Прибор основан на явлении отражения электромагнитной волны, распространяющейся вдоль линии, в местах изменения волнового сопротивления линии.

На экране прибора просматривается «характеристика» линии, представляющая собой изображение отражённых волн.

В линию посылаются кратковременные импульсы с амплитудой, равной 100 ÷ 150 *в*. Минимальная амплитуда отражённой волны, отличаемая прибором, составляет 0,1 *в*. Максимальное допустимое затухание линии составляет 7 *неп* с учётом пробега волны до места отражения и обратно.

Следовательно, короткое замыкание или обрыв в линии (при которых происходит полное отражение) может просматриваться в линии, имеющей затухание, для импульса доходящее до 3,5 *неп*.

При неполном коротком замыкании или повышенном сопротивлении (плохом контакте) в линии имеет место неполное отражение. Уменьшение амплитуды отражённой волны можно учесть, определяя дополнительное «затухание» импульса:

$$b_и = \ln (2x + 1),$$

где

$$\alpha = \frac{R}{z_c} = \frac{z_c}{r};$$

R — сопротивление утечки в месте повреждения;

r — последовательное сопротивление в месте повреждения;

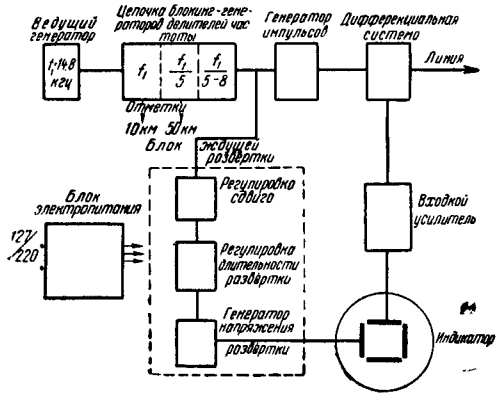
z_c — волновое сопротивление линии.

В этом случае для обнаружения повреждения сумма $b_и$ и двойного затухания линии до места повреждения не должна превосходить b_{max}. Точность измерения зависит также от спектра частот, пропускаемых линией с малым затуханием. Точность определения места короткого замыкания или обрыва в цветных воздушных линиях связи составляет 1% при длине линии 100 ÷ 150 *км*.

Индикатором в приборе служит электронно-лучевая трубка типа ЛО-729.

Прибор питается от сети переменного тока 110, 127 или 220 *в*, потребляя около 80 *вт*.

Блок-схема ИЛ-1 (фиг. 377). Ведущий генератор генерирует синусоидальные колебания с частотой 14,8 *кгц*. Непосредственно после него включена цепочка блокинг-генераторов, первый из которых синхронизируется частотой ведущего генератора. Промежу-



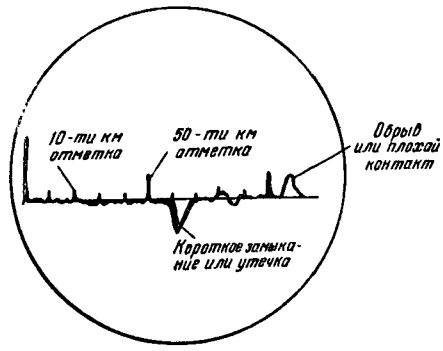
Фиг. 377. Блок-схема прибора типа ИЛ-1

ток времени между импульсами первого блокинг-генератора равен времени двойного пробега волны по линии длиной 10 *км*. Импульсы этого блокинг-генератора используются для создания 10-*км* масштабных отметок на экране индикатора (фиг. 378).

Второй блокинг-генератор работает в качестве пятикратного делителя частоты и синхронизируется от первого блокинг-генератора. Его импульсы, несколько бо́льшие по напряжению, используются в качестве 50-*км* масштабных отметок на экране индикатора.

Третий блокинг-генератор тоже является делителем частоты с коэфициентом деления в пределах 5 ÷ 8 в зависимости от желаемой длины просматриваемого отрезка линии. Импульсы третьего блокинг-генератора используются для пуска генератора зондирующих импульсов и для воздействия на блок ждущей развёртки. Генератор зондирующих импульсов работает на тиратроне ТГ-212. Амплитуда импульсов составляет 100 ÷ 150 *в* на сопротивлении 400 ÷ 600 *ом*. Частота следования импульсов зависит от коэфициента деления третьего блокинг-генератора и лежит в пределах 350 ÷ 600 импульсов в секунду.

Длительность импульса на уровне 0,2 высоты от основания составляет 20 ÷ 30 *мксек*.



Фиг. 378. Изображение на экране прибора типа ИЛ-1

Для уменьшения влияния посылаемых импульсов на входной усилитель последний включён через диференциальную систему.

В каскаде регулировки сдвига блока ждущей развёртки, представляющем собой недовозбуждённый мультивибратор (см. спусковые схемы), управляющий импульс от третьего блокинг-генератора преобразовывается в короткий импульс, сдвинутый по времени от управляющего.

Время сдвига можно регулировать от 0 до T, где T — время отсутствия управляющих (зоидирующих) импульсов.

В каскаде регулировки длительности развёртки, тоже являющемся недовозбуждённым мультивибратором, формируется импульс, начало которого определяется возникновением импульса каскада регулировки сдвига, а длительность может регулироваться параметрами схемы.

Начало и длительность этого импульса определят начало и время возрастания пилообразного напряжения генератора развёртки.

Таким образом, регулировка сдвига определяет время запаздывания начала развёртки после посылки зондирующего импульса, то-есть определяет расстояние, с которого начинает просматриваться линия.

Регулировка длительности определяет время, в течение которого напряжение развёртки возрастёт до максимальной величины, другими словами, определяет скорость развёртки и, следовательно, масштаб, в котором просматривается линия.

Подобная система развёртки делает точность замера расстояний до места повреждения не зависящей от диаметра экрана электронно-лучевой трубки.

При пользовании прибором следует учитывать, что отражённый импульс всегда имеет менее крутой фронт, чем зондирующий (вследствие большего затухания линии для высоких частот) и что при отсчёте расстояния следует считать от начала возрастания импульса, а не от его максимального значения.

ЧАСОВОЕ ХОЗЯЙСТВО

На железных дорогах СССР применяют механические и электрические часы.

МЕХАНИЧЕСКИЕ ЧАСЫ

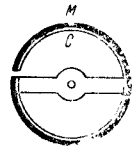
Механические часы имеют следующие основные части.

1. Движущий механизм.

2. Систему зубчатых колёс, используемую для передачи движения стрелкам и регулятору движения.

3. Маятник, или баланс, служащий для достижения равномерности движения. Чтобы при колебаниях температуры не изменялась приведённая длина маятника, последний выполняется из металлических сплавов, имеющих ничтожно малый коэфициент температурного расширения. В некоторых системах часов стержни маятников делают из дерева или из двух материалов, различно изменяющих свою длину при изменении температуры. Стержни маятников для часов высокого класса точности дополнительно компенсируют на температуру.

Компенсированный баланс, выполняющий роль маятника в карманных и переносных часах, делается из двух спаянных ободов — наружного медного *М* и внутреннего стального *С* (фиг. 379). В двух противоположных точках колесо разрезано. При изменении температуры разрезанные дуги изгибаются внутрь или наружу, что используется для резервирования частоты колебания баланса.



Фиг. 379. Компенсированный баланс

4. Корпус часов.

5. Устройство для боя, состоящее из системы зубчатых передач и рычагов, связанных с часовым механизмом таким образом, что когда наступает время боя, часовой механизм автоматически отпускает боевой привод. Последний под действием своей гири или пружины начинает вращаться и последовательно то опускает, то поднимает рычаг с молотком, который и ударяет определённое число раз в колокольчик или пружину. Привод боя останавливается автоматически.

Ход боевого механизма регулируется ветрянкой.

Механизмы боя бывают различного устройства со «счётным колесом» — наиболее распространённый, «гребенчатый» — более совершенный—и «репетир». Последний, кроме часов и получасов, отбивает четверти.

Все части часового механизма крепят к двум металлическим пластинам *I* и *II* (фиг. 380), в которых сделаны отверстия для осей зубчатых колёс. Стрелки *См* и *Сч* надеваются на минутную ось и часовую трубочку.

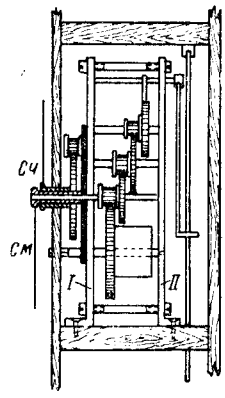
Движущий механизм часов связан с маятником при помощи спуска.

Спуски бывают различных систем. В настоящее время в часовых механизмах чаще всего применяют анкерный спуск.

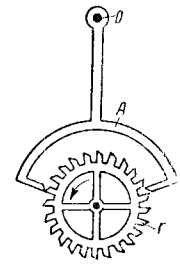
При анкерном спуске (фиг. 381) анкер *А* соединён с осью маятника *О* и при каждом своём качании пропускает один зуб ходового колеса *Г*, вращающегося под воздействием пружины или гири. Этот зуб, проходя мимо острия анкера, даёт ему толчок, передающийся маятнику через поводковую вилку, усиливающий размах маятника и тем поддерживающий колебания его.

Ход маятниковых часов регулируют путём поднятия или опускания груза маятника, которое в первом случае ускоряет, а во втором замедляет ход часов.

Для регулирования хода часов с балансом, скорость колебаний которого зависит от упругости пружинки (волоска), используется так называемый градусник, которым удлиняется или укорачивается действующая часть волоска, т. е. меняется его упругость.



Фиг. 380. Остов часового механизма



Фиг. 381. Анкерный спуск

Текущий ремонт часов, т. е. разборка и чистка механизма, производится периодически в мастерской. Кроме того, через определённое время необходимо производить профилактическую чистку механизма часов, а также смазывать гнёзда осей костяным маслом. Капитальный ремонт часов должен производиться в среднем один раз в три года.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЧАСЫ

На железных дорогах СССР широко используют электрические часы, впервые предложенные в 1840 г. и имеющие ряд преимуществ перед механическими часами. Эти преимущества сводятся к следующему:

а) в сети электрических часов с правильно идущим регулятором достигается полное согласование показаний вторичных часов;

б) значительные колебания температуры не оказывают влияния на показания электрических часов;

в) электрические часы не требуют завода, поэтому они могут быть установлены в местах, где невозможна подвеска механических часов;

г) механизм электрических часов менее сложен, уход за ним проще, а стоимость гораздо ниже механических часов.

Электрические часы имеются следующих типов: 1) индивидуальные, работающие самостоятельно, независимо от других устройств, и имеющие электрический привод маятника или электрический подзавод пружины или гири; 2) первичные (ведущие), имеющие ре-

гулятор и систему контактов для замыкания цепи посылки в линию тока от батареи и изменения его направления; 3) вторичные, работающие от импульсов тока, получаемых от первичных часов; 4) синхронные, оборудованные синхронным мотором, работающим от сети переменного тока с частотой 50 *гц*; стрелки приводятся в движение системой зубчатых колёс; точность хода зависит от постоянства частоты переменного тока; синхронные часы завода «Метприбор» рассчитаны на напряжение 110 *в*, ток 32 *ма* и мощность 3,5 *вт*.

На железных дорогах СССР наибольшее распространение получила система так называемых вторичных часов, включаемых параллельно в двухпроводную линию, в которую посылаются импульсы тока переменного направления от первичных часов.

Первичные электрические часы

Первичные электрические часы разделяются на часы, в которых электрический ток является основной движущей силой, и на часы с электрическим заводом, в которых завод пружины или подъём гири осуществляется электрическим током.

Электрические первичные часы ЭПЧ и ЭПЧМ

Характеристика их приведена в табл. 272.

Таблица 272

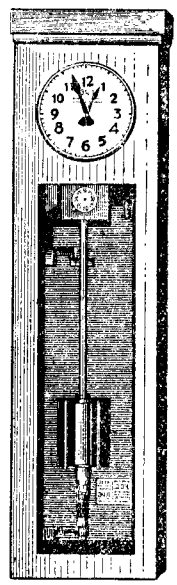
Характеристика первичных часов ЭПЧ и ЭПЧМ

Характеристика	Единица измерения	Тип часов	
		ЭПЧ	ЭПЧМ
Суточный ход	сек.	±10	±5
Сопротивление катушек электромагнита	*ом*	320—360	320—360
Сопротивление электромагнита кодового реле	»	—	280±14
Расход тока электромагнитом маятника	*а*	0,07	0,07
Расход тока кодовым реле	»	—	0,085
Нагрузка на контакты кодовых реле .	»	—	0,6
Расход тока электромагнитом вторичного механизма	»	0,01	0,01
Габаритные размеры корпуса	*мм*	1 220×335×158	1 295×335×158
Вес	*кг*	15,5	18

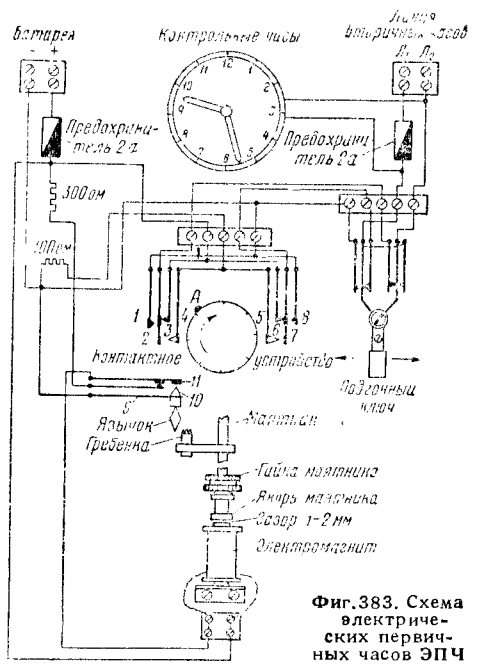
Внешнее оформление этих часов одинаковое (фиг. 382).

Основное различие этих часов состоит в том, что при первичных часах типа ЭПЧ в сеть вторичных часов посылаются импульсы постоянного тока, но переменного направления непосредственно от контактов первичных часов, а при первичных часах типа ЭПЧМ — через транслирующее кодовое реле *КДР*, установленное в его корпусе. В часовую линию ЭПЧМ можно включить до 60 вторичных часов, а в ЭПЧ—до 35 часов.

Простейшие первичные часы (фиг. 383) состоят из маятника, к которому прикреплён снизу железный якорь, а вверху плечо с гребёнкой, снабжённой зубцами. При движении маятника гребёнка проходит под легкоподвижным язычком. При больших размахах колебания маятника гребёнка отклоняет язычок в сторону и свободно проходит под ним. При уменьшении размаха колебания гребёнка уже не проходит под язычком и конец язычка задерживается между зубцами гребёнки; поэтому при обратном движении маятника гребёнка давит на язычок и он поднимает пружину *9* и замыкает цепь электромагнита (контакты *10*, *11*), который сообщает толчок маятнику. В результате колебание маятника поддерживается толчками, сообщаемыми через установленное регулировкой количество колебаний (в первичных часах типа ЭПЧ в среднем через 10, а в первичных часах типа ЭПЧМ через 30). При замыкании контактов обмотка электромагнита замыкается на искрогасящее сопротивление. При каждом колебании маятника при помощи двух собачек производится поворот зубчатого колеса, соединённого с механизмом часов, на один



Фиг. 382. Электрические первичные часы ЭПЧ

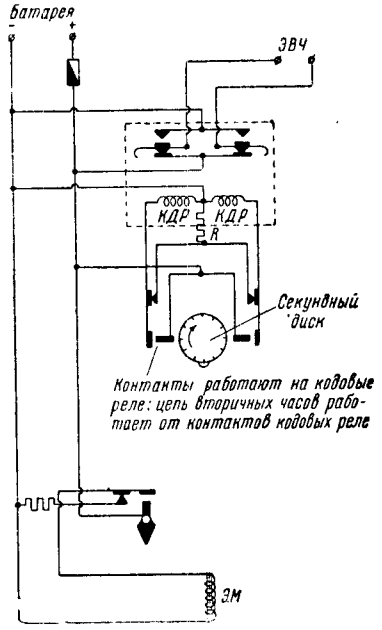


Фиг. 383. Схема электрических первичных часов ЭПЧ

зубец. Маятник делает в минуту 80 колебаний. За это время секундный диск проходит путь половины окружности.

Посылка импульсов тока к вторичным электрочасовым механизмам (вторичным часам, штемпелям времени, табельным часам и др.)

осуществляется контактным устройством (фиг. 383), состоящим из двух групп пружин,— от одной (*1, 2, 3, 4*) посылается импульс тока одного направления, а от другой (*5, 6, 7, 8*)— обратного направления, а также кулачка *А* и секундного диска, укреплённого на оси храпового колеса. Вторичные часы присоединяются к пружинам *2* и *7*. К пружинам *3*



Фиг. 384. Принципиальная схема ЭПЧМ

и *6* присоединён плюс батареи, а к пружинам *1* и *8* — минус; пружины *4* и *5* соединены через искрогасящее сопротивление в 100 *ом* с минусом батареи.

В состоянии покоя оба провода линии соединены с плюсом батареи. При подходе кулачка *А* к одной из контактных групп сначала замыкаются контакты *2 — 4* (или *5—7*), а затем пружина *2* (или *7*) соединяется с минусом батареи и в линию посылается импульс тока. Продолжительность импульса составляет от 1 до 2 сек.

При размыкании контакта линия сначала отключается от минуса батареи и остаётся замкнутой на сопротивление 100 *ом*, а затем присоединяется непосредственно к плюсу батареи. Для контроля первичных часов устанавливаются контрольные вторичные часы. Для перевода стрелок всех вторичных часов служит подгонный ключ, дающий возможность переводом его поочерёдно в ту и в другую сторону посылать в линию импульсы тока вручную.

Принципиальная схема часов ЭПЧМ дана на фиг. 384.

Первичные часы, в которых электрический ток не является основной движущей силой, имеются двух типов:

а) с ключевым заводом, состоящие из часового механизма, контактного устройства, посылающего во внешнюю цепь импульсы тока, маятника, двух гирь (тяжёлой, служащей для приведения в действие контактного переключателя, и лёгкой, предназначенной для обеспечения хода часового механизма) и добавочного сопротивления для регулирования нарастания тока во внешней цепи и уменьшения искрообразования между контактами;

б) с электрическим подзаводом, состоящие из часового механизма, маятника, контактного устройства, от которого посылаются импульсы тока в линию. Электрический подзавод осуществляется таким образом, что гиря при посылке импульса тока поднимается специальным электромагнитом настолько, насколько она опустилась в течение минутной работы часов. При прекращении подачи тока в электромагнит часы могут работать как гиревые механические часы, но в линию вторичных часов импульсы тока посылаться не будут.

Часы с электрическим подзаводом типа ЭПЧГ выпускает Ленинградский электрочасовой завод. Маятник в часах ЭПЧГ сделан из инвара с температурной компенсацией. Часы имеют «накопитель импульсов». Поэтому после перерыва подачи электроэнергии (не более 15 часов) все вторичные часы автоматически устанавливаются на правильное время. Характеристика часов ЭПЧГ приведена в табл. 273.

Таблица 273

Характеристика часов ЭПЧГ

Характеристика	Единица измерения	Показатели
Суточный ход	сек.	±1
Число колебаний маятника	мин.	60
Общая длина стержня маятника	*мм*	1 184
Сопротивление электромагнита подзавода	*ом*	110±6
Расход тока электромагнитом подзавода	*а*	0,267
Нагрузка на контакты вторичных часов	»	0,45
Допускаемое количество вторичных часов	шт.	35
Габаритные размеры корпуса	*мм*	1 545×420×220

Вторичные электрические часы

Вторичные электрические часы представляют собой указатели времени без обыкновенного часового механизма. Передвижение стрелок осуществляется электрическим путём.

Электрический ток, протекая по катушкам электромагнита, установленного во вторичных часах, при помощи якоря и системы зубчатых колёс передвигает стрелки.

Вторичные электрические часы различают:

1. По месту установки: а) для наружных установок, б) для установок внутри помещений. Часы с железным, герметически закрывающимся футляром предназначены для установки в сырых, пыльных или насыщенных газами помещениях, а часы с деревянным или простым железным футляром применяют для установки в сухих помещениях (настенные и настольные).

Часы для наружных установок имеют стеклянный просвечивающий циферблат.

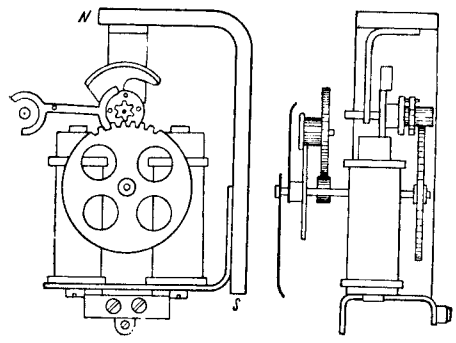
2. По размеру циферблата — диаметром циферблата 20, 30 и 40 *см* для внутренних

установок и диаметром циферблата 60 *см* — для наружных установок.

3. По количеству циферблатов — односторонние, двусторонние, трёхсторонние и четырёхсторонние;

4. По механизму — с вращающимся якорем (10М) или с качающимся якорем (11М).

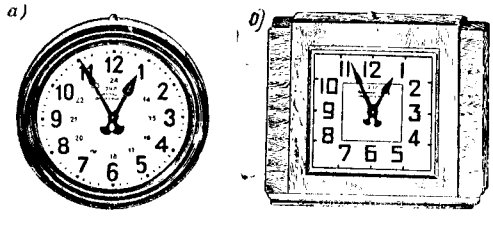
Вторичные часы, имеющие механизм с вращающимся якорем типа 10М, предназначены для установки внутри помещений. Часы имеют двухкатушечный поляризованный электромагнит (фиг. 385), между



Фиг. 385. Кинематическая схема механизма вторичных часов с вращающимся якорем

полюсными наконечниками которого вращается якорь Z-образной формы. Якорь всегда вращается в одну сторону и делает полный оборот от четырёх посылок тока, меняющего своё направление. Движение стрелкам передаётся через систему зубчатых колёс. Минутная стрелка передвигается скачками на одно минутное деление от каждой посылки тока. Механизм сконструирован таким образом, что при изменении тока в обмотках электромагнита якорь поворачивается на 90°, т. е. на $^1/_4$ оборота, при этом минутная стрелка передвигается на $^1/_{60}$ часть окружности. Катушки электромагнита включены последовательно; общее сопротивление их обмоток равно 2 400 *ом*, каждая катушка имеет 13 000 витков проволоки ПЭ диаметром 0,1 *мм*.

Ленинградским электрочасовым заводом выпускаются вторичные часы с механизмом 10М следующих типов (фиг. 386):



Фиг. 386. Электрические вторичные часы: *а*—в металлическом корпусе; *б*—в деревянном корпусе

а) ЭВЧМ—в металлическом корпусе, диаметр циферблата 30 и 40 *см*;

б) ЭВЧГ—герметически закрытый механизм, диаметр циферблата 40 *см*;

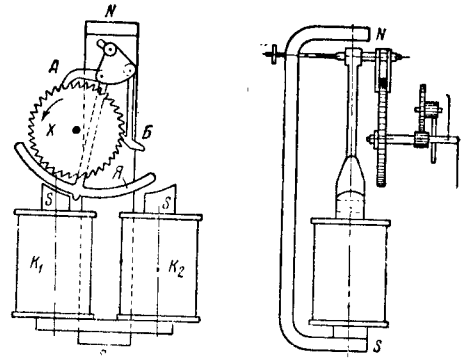
в) ЭВЧД — в деревянном корпусе; размер циферблата 20 и 30 *см*;

г) ЭВЧХ—в корпусе из дерева твёрдых пород; размер циферблата 20 и 30 *см*.

Часы типов ЭВЧМ, ЭВЧХ, ЭВЧГ и ЭВЧД могут быть двух-, трёх- и четырёхсторонними. Каждый циферблат связан с отдельным механизмом типа 10М.

Вторичные часы ЭВЧН — настольные. Корпус деревянный, фанерованный деревом твёрдой породы. Диаметр циферблата 175 *мм*. Вторичные часы ЩКЧ — щитовые. Корпус металлический с никелированным ободком. Диаметр циферблата 150 *см*. Применяются на часовых станциях в качестве контрольного механизма.

Вторичные часы, имеющие механизм с качающимся якорем 11М, предназначены для установок вне помещений (на платформах, путях, вокзалах и т. д.) (фиг. 387). Часы



Фиг. 387. Механизм вторичных часов с качающимся якорем

состоят из двух электромагнитов K_1 и K_2, сердечники которых прикреплены к полюсу S постоянного магнита NS, и системы зубчатых колёс, расположенных между двумя платами.

При прохождении по обмоткам катушек K_1 и K_2 импульсов тока противоположных направлений якорь *Я* колеблется в ту и другую сторону и при помощи собачек *А* и *Б* поворачивает на $^1/_{60}$ часть окружности храповичок *Х* и связанную с ним минутную стрелку. Каждая катушка электромагнита имеет 10 000 витков проволоки ПЭ (ПЭЛ) диаметром 0,14 *мм*. Общее сопротивление катушек электромагнита равно 1 400 *ом*.

Заводом выпускаются часы односторонние ЭВЧМ-1-60 и двусторонние ЭВЧМ-11-60.

Часы имеют стеклянный матовый циферблат, который освещается шестью электрическими лампочками. Каждый циферблат имеет отдельный механизм типа 11М.

Башенные часы. Размер циферблата этих часов до одного и более метров. Устанавливаются они на зданиях вокзалов или специальных башнях.

Существуют следующие системы башенных часов:

1) механические гиревые с электрическим подзаводом; гиря опускается при ходе часов на определённую величину и замыкает цепь электромотора,

который вновь поднимает гирю до исходного положения;

2) вторичные электрочасы, работающие от импульсов постоянного тока, но переменного направления, поступающих от первичных часов; при поступлении импульса включается электромотор, который через зубчатую или червячную передачу переводит стрелки на одно минутное деление и автоматически отключается; часы имеют «накопитель импульсов».

При перерыве подачи электрической энергии, питающей мотор, и остановке мотора импульсы тока поступают в «накопитель», хотя стрелки часов при этом не передвигаются. При возобновлении работы мотора стрелки переводятся не на одно деление, а на столько, сколько поступило импульсов в «накопитель» за время остановки мотора, т. е. автоматически устанавливаются на правильное время;

3) гиревые часы с электроспуском, механизм которых приходит в действие и переводит стрелки на одно минутное деление при получении импульса тока и автоматически останавливается. Часы включаются в общую сеть вторичных часов. Подъём гири осуществляется при помощи электромотора, цепь которого замыкается при опускании гири.

ГРУППОВЫЕ РЕЛЕ

Для обеспечения надёжной работы часовой установки в одну линию допускается включать не более 35 вторичных часов при первичных часах типа ЭПЧ и 60 вторичных часов — при первичных часах типа ЭПЧМ. Включение большего числа вторичных часов требует повышения тока, проходящего через пружины переключателя, что может привести к обгоранию контактов. Для увеличения числа часов, включаемых в общую сеть, применяют транслирующие реле, работающие от импульсов тока, меняющего направление, посылаемых первичными часами.

Импульсы тока во вторичные часы подаются от контактов реле, переключаемых пружинами якоря, притягивающегося то к одному, то к другому полюсному башмаку электромагнита.

Групповые реле применяют поляризованного типа 1-РН или 1-РПУ и неполяризованные — мощные реле типа 1-РМ. На контакты реле 1-РПУ может быть включено до 35 механизмов электровторичных часов. Устройство поляризованного реле 1-РПУ показано на фиг. 388. Электромагнит реле 1-РПУ имеет две катушки, сопротивление каждой катушки равно 700±30 *ом*. На якорях установлены дополнительные контактные пружины. Для уменьшения обгорания контактов включаются сопротивления 50 *ом*.

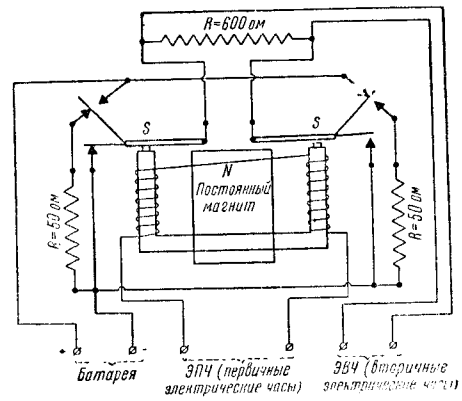
Уменьшение экстратоков, возникающих в обмотках реле при выключении импульса, подаваемого от ЭПЧ, достигается включением на выходные клеммы реле сопротивления R = 600 *ом*.

Рабочее напряжение 24 *в*. Допускаемая сила тока на контактах 0,4 *а*.

Потребляемая мощность 0,41 *вт*. Габаритные размеры корпуса: 180×156×100 *мм*. Вес 1,6 *кг*.

Реле 1-РМ — неполяризованное — может работать только совместно с ЭПЧ или с реле 1-РПУ.

Реле 1-РМ составляется из четырёх кодовых реле (два реле КДР-1 и два реле КДР-2). Работают реле попарно. Каждая группа состоит из одного реле КДР-1 и одного КДР-2.



Фиг. 388. Схема поляризованного реле 1-РПУ

Контактные пружины замыкаются в такой последовательности, что импульс тока проходит в линейные провода через серию катушек омического сопротивления. Этим создаётся возможность пропускать через контакты реле большой ток и уменьшить искрение на контактах.

Реле даёт возможность включать дополнительно до 140 вторичных часов.

Рабочее напряжение 24 *в*. Потребляемая номинальная мощность 4,1 *вт*. Допустимая сила тока на контактах 2 *а*.

Габаритные размеры корпуса: 280×180××165 *мм*. Вес 3,9 *кг*.

Для удобства обслуживания источников тока и наблюдения за работой реле последние устанавливают в одном месте и присоединяют к контактам первичных часов.

ЭЛЕКТРОЧАСОВЫЕ СТАНЦИИ И ПОДСТАНЦИИ

Электрочасовые станции устанавливают в тех случаях, когда количество вторичных часов в сети превышает допускаемую нагрузку на контактную систему первичных часов и часовых реле. Электрочасовые станции дают возможность:

а) производить установку стрелок любой группы часов или всех вторичных часов одновременно;

б) измерять величину тока, потребляемого всей установкой или отдельной группой, а также измерять величину зарядного тока;

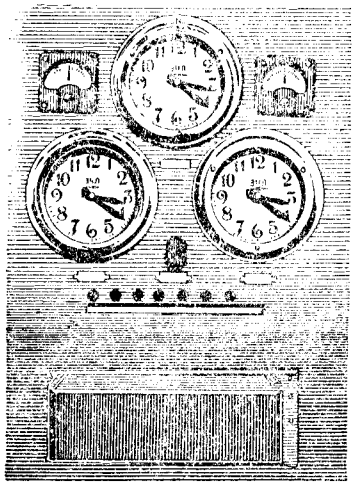
в) определять неисправный фидер;

г) получать сигнал о перегорании предохранителя в каждом шлейфе.

Электрочасовые станции выпускаются промышленностью настенного и напольного типов (табл. 274 и 275). На каждой часовой станции имеются ведущие и резервные первичные часы. Переключение с ведущих часов на резервные производится автоматически и вручную. Импульсы тока от резервных часов поступают

з линию с тем же знаком, но с отставанием на 25—30 сек. от ведущего импульса.

Станции настенного типа монтируются на 2—3—6 шлейфов и устанавливаются в том случае, когда в сети не более



Фиг. 389. Настенная электрочасовая станция на 3 группы

180 вторичных часов. Первичные часы устанавливаются на стене отдельно от станции. На фиг. 389 показана настенная станция на три группы.

Таблица 274

Характеристика настенных электрочасовых станций

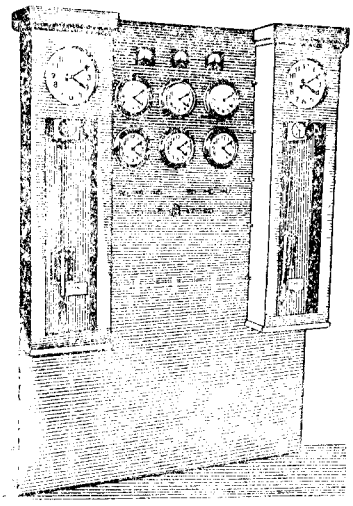
Тип настенной электрочасовой станции	Количество вторичных часов в сети	Габаритные размеры в *мм*	Вес в *кг*
ЭЧЩ-2 двухгрупповая	80	575×480×275	15,5
ЭЧЩ-3—4 трёх- или четырёхгрупповая	120	800×520×275	19
ЭЧЩ-6 шестигрупповая	180	850×550×420	25,5

Электрочасовые центральные станции напольного типа предназначены для установок, включающих более 100 вторичных часов. Вторичные часы подключаются шлейфами по 50 часов в шлейфе. На центральной часовой станции имеется кенотронный выпрямитель для зарядки батареи. Технические данные напольных электрочасовых станций даны в табл. 275.

Таблица 275

Характеристика напольных электрочасовых станций

Тип напольной электрочасовой центральной станции	Количество вторичных часов в сети	Габаритные размеры в *мм*	Вес в *кг*
ЭЦС-3 трёхгрупповая	150	1 800×1 300××500	60
ЭЦС-6 шестигрупповая с двумя реле 1-РМ	300	1 800×1 300××500	69
ЭЦС-9 девятигрупповая с тремя реле 1-РМ	450	1 800×1 300××500	75



Фиг. 390. Напольная электро часовая станция на 6 групп

Первичные часы устанавливаются на стативах станции. На фиг. 390 показана электрочасовая станция на шесть групп. На больших объектах, где количество вторичных часов превышает 1 000 и более, устанавливаются электрочасовые станции на большее количество групп—ЭЦС-12, ЭЦС-15, ЭЦС-18 и ЭЦС-21.

На крупных часовых станциях рекомендуется устанавливать первичные гиревые часы. В этом случае будет возможно производить синхронизацию первичных часов с астрономическими часами ближайшей обсерватории либо получать синхронизирующие импульсы от кварцевых часов при наличии последних в обсерватории.

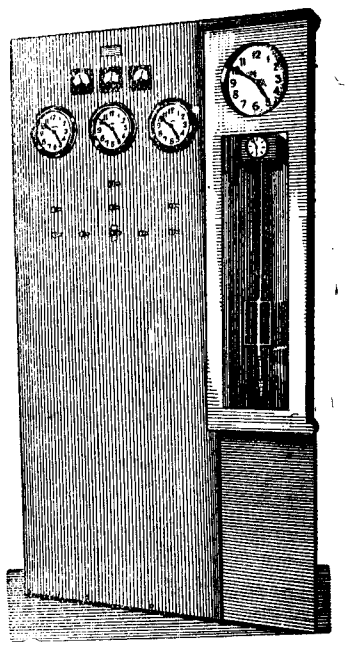
Электрочасовые подстанции устанавливают в отдалённых от центральной станции пунктах, где сосредоточена большая группа вторичных часов, показания которых должны совпадать с показаниями часов, получающих импульсы от центральной станции.

Часовые подстанции получают импульсы от центральной станции и транслируют их в свою группу часов. При прекращении получения импульса от центральной станции происходит автоматическое переключение на резервные первичные часы подстанции. При этом подстанция работает как часовая станция. Схема электрочасовой подстанции отличается от схемы часовой станции тем, что вместо ведущих первичных часов на подстанции подключается реле 1-РПУ.

Промышленностью выпускаются подстанции на три группы ЭПЧ-3 (габаритные размеры: 1 800×1 025×500 *мм*) и на шесть групп ЭПЧ-6 (габаритные размеры: 1 800×1 050××500 *мм*).

На фиг. 391 показана электрочасовая подстанция на три группы.

На электрочасовых подстанциях есть возможность устанавливать устройство обратного контроля с подачей контрольных импульсов на ведущую часовую станцию.



Фиг. 391. Электрочасовая подстанция на три группы

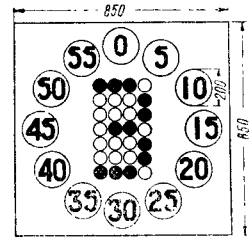
ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ СЕТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЧАСОВ

Электропитание сети электрических часов осуществляется от первичных элементов (в электрочасовых установках, включающих не более 35 вторичных часов) или от аккумуляторной батареи напряжением 24, 36, 48 или 60 *в*. Аккумуляторы рекомендуется устанавливать щёлочные, так как они допускают большую мгновенную разрядную силу тока. Наибольшее допустимое колебание напряжения для работы часов типов ЭПЧ и ЭПЧМ составляет ±2%. Напряжение на зажимах вторичных часов должно быть не менее 18 *в*. Рабочий ток для вторичных часов с механизмом 10М составляет 0,01 *а*, а для часов с механизмом 11М — 0,018 *а*.

ИНТЕРВАЛЬНЫЕ ЧАСЫ

Интервальные часы типа «Индикатор», применяемые в Московском метрополитене им. Л. М. Кагановича, обеспечивают равные межпоездные интервалы и способствуют уменьшению расхода электроэнергии на тягу поездов.

Они представляют собой совершенно новый вид счётчиков интервалов времени, дающий показания времени с момента выхода поезда со станции в минутах и секундах при помощи светящихся цифр. Циферблат интервальных часов показан на фиг. 392.



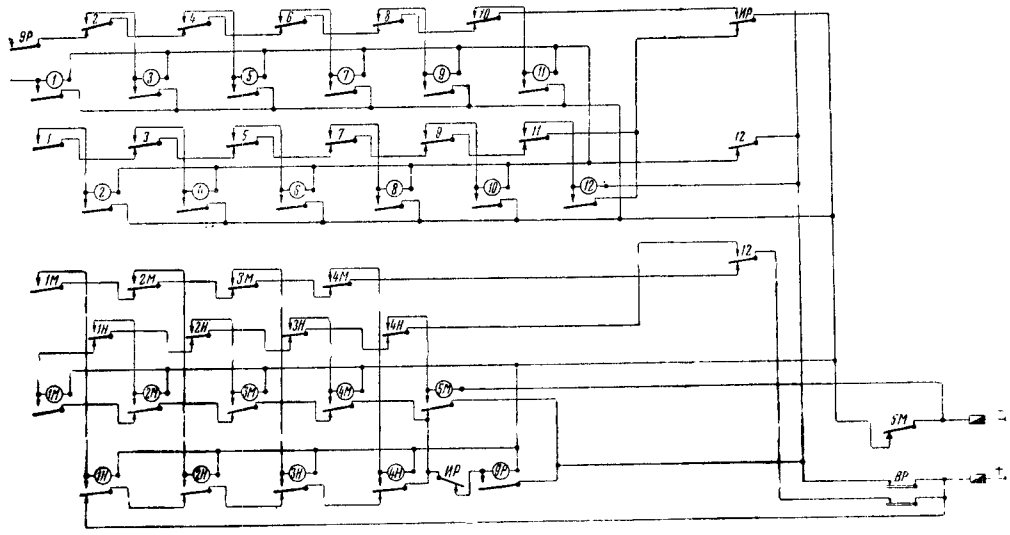
Фиг. 392. Циферблат интервальных часов типа «Индикатор»

Управление электрочасами основано на определённого рода комбинации срабатывания той или другой группы реле. Реле применяют постоянного тока типа КДР.

Все кодовые реле, кроме импульсного, получают питание от выпрямителя типа КТВС.

В схеме имеется включающее реле переменного тока и трансформатор СОБС, питающий лампы индикатора.

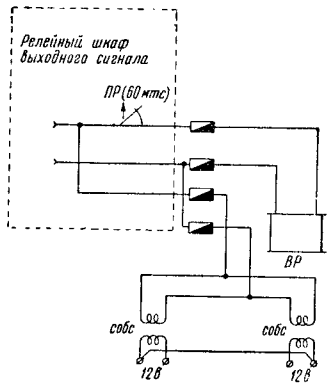
Электрическая схема интервальных часов (фиг. 393) состоит из схемы включения реле отсчёта секунд, схемы включения реле отсчёта минут и схемы включения ламп индикатора.



Фиг. 393. Электрическая схема интервальных часов

Действие схемы основано на получении пятисекундных импульсов с пятисекундными интервалами от центральной часовой установки.

Схема начинает работать после вступления поезда на выходную со станции 60-метровую путевую секцию (фиг. 394). При этом контактом путевого реле отключается питание включающего реле. Последнее отпускает свой якорь и выключает из действия схему интервальных часов. Осевые контакты всех реле замыкаются с тыловыми. Через тыловые контакты



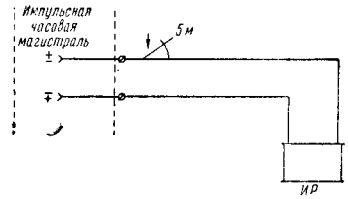
Фиг. 394. Схема питания реле *ВР*

нейтральных реле образуется цепь, шунтирующая контакт включающего реле.

После возврата всех приборов в исходное положение начнёт действовать схема отсчёта секунд, управляемая импульсным реле, получающим импульсы от центральной часовой установки (фиг. 395).

Через фронтовой контакт импульсного реле и тыловые контакты нечётной группы секундных реле сработает (см. фиг. 393) секундное реле *1*, заблокируется через тыловой контакт реле *12* и подготовит цепь питания для секундного реле *2*. На индикаторе включится цифра *5*. Через 5 сек. импульсное реле отпустит якорь и включит секундное реле *2* (через тыловой контакт импульсного реле, тыловые контакты чётной группы секундных реле и фронтовой контакт реле *1*). Реле *2* заблокируется и подготовит цепь для реле *3*, на индикаторе включится цифра *10*.

По мере срабатывания секундных реле на индикаторе загораются лампочки, указывающие время в секундах. Через 1 мин. с момента выхода поезда со станции сработает реле отсчёта секунд *12*, которое оборвёт цепи самоблокировки секундных реле и цепи питания индикаторных ламп, кроме цифры *0*, а также включит реле отсчёта минут *1*. Последнее сработает, станет на самоблокировку и замкнёт цепь питания ламп индикатора с цифрой *1*. Через 5 сек. импульсное реле притянет якорь и оборвёт цепь питания реле *12*. Создастся возможность для работы схемы отсчёта секунд в течение 2-й минуты. Затем сработает реле *12*, отключит схему реле секунд и включит реле отсчёта минут *2*; на индикаторе появится цифра минут *2*, секунд *0* и т. д.



Фиг. 395. Схема включения реле *ИР*

При входе следующего поезда на выходную секцию путевое реле обрывает цепь питания выключающего реле, которое своими контактами обрывает схему счёта. Все приборы приходят в исходное положение, на индикаторе виден *0*. Одновременно контакт включающего реле будет шунтирован отпавшими контактами нейтральных реле (связанных со схемой отсчёта минут), и схема начнёт отсчёт времени сначала.

В настоящее время ведутся работы по созданию новой схемы интервальных часов, построенной по такому же принципу, но с использованием меньшего количества реле.

ПОЖАРНАЯ И ОХРАННАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

ПРИБОРЫ СИГНАЛИЗАЦИИ

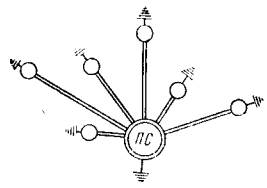
В комплект приборов тревожной сигнализации входят приёмные аппараты, устанавливаемые в пожарном депо, и ручные или автоматические извещатели, устанавливаемые по всей охраняемой территории и соединяемые проводами с приёмной станцией.

Применяются две системы пожарной сигнализации:

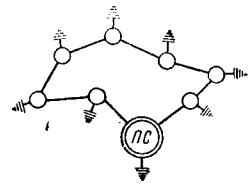
а) л у ч е в а я, при которой каждый извещатель соединяется с приёмной станцией отдельной парой проводов (фиг. 396);

б) ш л е й ф н а я, или к о л ь ц е в а я, при которой извещатели включаются последовательно в один провод (фиг. 397).

Правила и нормы устройства электрической тревожной сигнализации должны соответствовать ГОСТ 4186-48.



Фиг. 396. Схема включения извещателей в приёмную станцию при лучевой системе



Фиг. 397. Схема соединения извещателей с приёмной станцией при шлейфной системе

Приёмные аппараты лучевой системы

Приёмные аппараты должны обеспечивать приём сигнала тревоги (с указанием места подачи сигнала) и постоянный контроль линии и батареи.

Все повреждения линии и батареи должны фиксироваться соответствующими сигналами. Выключение сигналов повреждения не может быть сделано до устранения повреждения или отключения повреждённой линии. Приёмная установка должна иметь устройства для посылки обратного сигнала, а также для двусторонней телефонной связи с извещателем. Посылка обратного сигнала не должна влиять на приём сигналов тревоги от других извещателей. Установка должна обеспечивать одновременный прием не менее двух сигналов тревоги от разных извещателей при шлейфной системе и любого числа сигналов при лучевой системе.

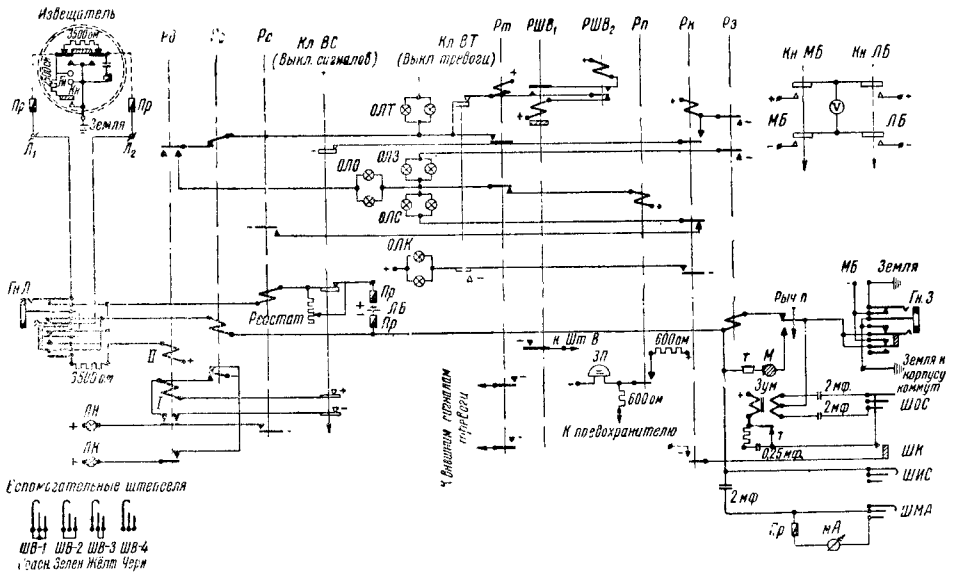
Типы приёмных оптических аппаратов лучевых систем (тревожных и пожарных) указаны в табл. 276.

На фиг. 398 дана принципиальная схема аппарата ТЛО-60.

Таблица 276

Приёмные аппараты лучевой системы

Тип приёмного аппарата	Наибольшая ёмкость коммутатора в лучах	Напряжение линейной батареи в *в*	Напряжение местной батареи в *в*	Расход тока на один луч в *ма*	Допускаемое сопротивление в *ом*: провода луча	Допускаемое сопротивление в *ом*: заземлений станционной батареи и любого из извещателей не более	Допускаемое сопротивление в *ом*: утечки между проводами не менее	Допускаемое сопротивление в *ом*: утечки между проводом и землёй не менее	Габаритные размеры в *мм*	Вес в *кг*
Тревожный лучевой оптический										
ТЛО-60	60	48±4	48±4	6÷8	1 000	55	50 000	100 000	544×932×1 380	166
ТЛО-30	30	24±2,4	24±2,4	9÷13	300	55	50 000	100 000	235×740×1 140	92
ТЛО-16	16	24±2,4	24±2,4	6÷10	300	55	50 000	100 000	455×432× 725	56
Пожарный лучевой оптический ПЛО-50	50	24±2,4	12±1,2	10÷15	300	55	50 000	100 000	450×800×1 700	175
Пожарный, охранный лучевой оптический ПОЛО-25	25	24±2,4	12±1,2	10÷15	300	55	50 000	100 000	330×534× 760	75



Фиг. 398. Принципиальная схема аппарата ТЛО-60: *ГнЗ*—гнездо земли; *ГнЛ*—гнездо линейное; *Зум*—зуммер; *ЗП*—звонок повреждения; *К*—конденсатор; *КлВС*—ключ восстановления сигналов; *КлВТ*—ключ выключения тревоги; *КнМБ* – кнопка местной батареи; *КнЛБ* – кнопка линейной батареи; *Л*—линия; *ЛБ*—линейная батарея; *ЛН*—лампа нумерная; *ЛК*—лампа контрольная; *М*—микрофон: *мА*—миллиамперметр; *МБ*—местная батарея: *ОЛЗ*—общие лампы земли; *ОЛК*—общие лампы контроля; *ОЛО*—общие лампы обрыва; *ОЛС*—общие лампы сообщения; *ОЛТ*—общие лампы тревоги; *Пр*—предохранитель; *Рв*—реле вспомогательное; *Рз*—реле земли; *Рк*—реле контроля; *Ро*—реле обрыва; *Рп*—реле повреждения; *Рс*—реле сообщения; *Рт*—реле тревоги; *РШВ*—реле штемпеля времени; *Рыч. п*—рычажный переключатель; *РТ*—телефон: *ШВ*—штемпель времени; *ШК*—шнуровой контакт; *ШИС*—штепсель испытательный; *ШмА*—штепсель миллиамперметра; *ШОС*—штепсель обратного сигнала; *ШВ-1*—штепсель бесшнуровой, красный, для восстановления повреждённого луча при обрыве или сообщении; *ШВ-2*—штепсель бесшнуровой, зелёный, для восстановления работоспособности повреждённого луча при заземлении провода *Л1*; *ШВ-3*—штепсель бесшнуровой, жёлтый для восстановления работоспособности повреждённого луча при заземлении провода *Л2*; *ШВ-4*—штепсель бесшнуровой, чёрный для отключения луча при ремонте

В аппаратах лучевой системы применяются извещатели типа ПКИЛ для пожарной сигнализации и типа ОКИЛ для охранной сигнализации. В каждый луч может быть включено до трёх извещателей, сигналы от которых фиксируются одним номером. Номер луча, с которого подан сигнал, регистрируется лучевой нумерной *ЛН* и контрольной *ЛК* лампами. Схемы аппаратов лучевой системы различных типов не имеют принципиальных различий. Сопротивления обмоток реле, а также добавочных сопротивлений, коммутаторных лампочек и звонков в схемах аппаратов различной ёмкости пересчитаны в соответствии с напряжениями линейной и местной батарей.

Схема аппарата ТЛО-60 обеспечивает:

1) подачу сигналов при обрыве, коротком замыкании и заземлении проводов луча. При каждом повреждении загорается сигнальная лампа, освещающая соответствующую надпись, указывающую характер повреждения, а также сигнальная лампа, отмечающая номер повреждённого луча. Кроме того, при повреждении звонит звонок. Для восстановления работоспособности аппарата в гнездо *ГнЛ* вставляют один из запасных штепселей соответствующего назначения, а именно *ШВ-1* при обрыве или коротком замыкании, *ШВ-2* при заземлении провода *Л2* и *ШВ-3*— при заземлении провода *Л1*. При этом нажимают ключ *КлВТ*, который размыкает цепь реле тревоги *Рт* и включает общую лампу контроля *ОЛК*;

2) приём пожарного сигнала, который посылается нажатием кнопки извещателя.

При каждой подаче пожарного сигнала зажигаются соответствующая нумерная лампа *ЛН*, лампа обрыва *ЛО*, лампа контроля *ЛК* и лампа тревоги *ЛТ*, освещающая надпись «Тревога», и одновременно включается сигнал тревоги и выключается сигнал повреждения.

После приёма сигнала тревоги нажатием ключа *КлВС* приводят схему в нормальное состояние.

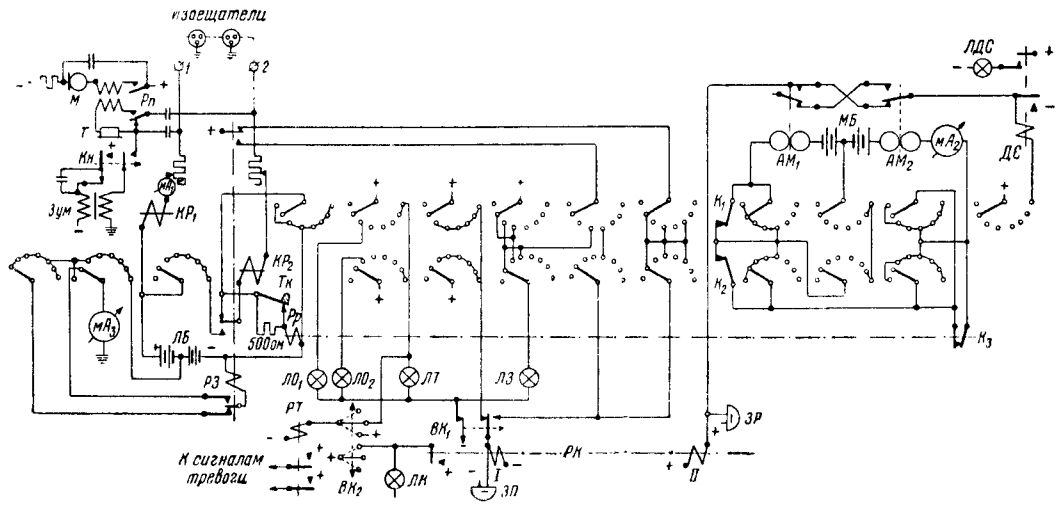
При повреждённом луче после вставления одного из штепселей в гнездо *ГнЛ* и нажатия кнопки извещателя доотказа замыкаются цепи сигнальных ламп *ЛН*, *ЛК*, *ЛТ* и реле тревоги *Рт*.

Обратный сигнал к извещателю посылается от зуммера при вставлении штепселя *ШОС* в гнездо луча. Для телефонной связи извещателя с приёмным аппаратом в гнездо *Гн* извещателя включается микротелефон; при этом в приёмном аппарате действует звонок повреждения. Чтобы отличить вызов от повреждения, штепсель вставляют несколько раз. При снятии микротелефона приёмного аппарата с рычага выключается реле земли *Рз* и включается микротелефон. Для улучшения слышимости в гнездо *ГнЗ* вставляют штепсель *ШмА*. В аппаратах типа ТЛО-60 и ТЛО-30 может быть установлен штемпель времени. Для его работы в схеме предусмотрены реле *РШВ1* и *РШВ2*.

Приёмные аппараты шлейфной системы

Приёмные аппараты шлейфной системы типа ПШЗ и ПАЗ-48 рассчитаны на включение в шлейф до 50 извещателей типа ПИ-7. Сопротивление шлейфа не должно превышать 500 *ом*.

Приёмный аппарат шлейфной системы с записью типа ПШЗ. Принципиальная схема аппарата ПШЗ показана на фиг. 399. Обмотки двух электромагнитов контроллеров *КР1* и *КР2* с группой контактных щёток включены в провода шлейфа. Контактные щётки электромагнитов вращаются под действием спиральной пружины и удерживаются в нечётных положениях (*1, 3, 5, 7*) при наличии тока в электромагнитах и в чётных положениях (*0, 2, 4, 6*)—при отсутствии тока. Для завода пружины ось контроллера заканчивается ручкой, выведенной на панель аппарата и указывающей положение контроллеров.



Фиг. 399. Принципиальная схема аппарата ПШЗ: $КР_1$, $КР_2$—контроллеры; $К_1$, $К_2$—контакты контроллеров; *АМ*—электромагнит аппарата Морзе; *ЛДС*—лампа двойного сигнала; *РДС*—реле двойного сигнала; *мА*—миллиамперметр; *Рк*—реле контроля; *Рз*—реле земли; *Рт*—реле тревоги; *Рр*—реле ревизии; *Зум*—зуммер; *Тк*—телеграфный ключ; *Рыч*—рычажный переключатель; *ВК*—выключатель

При нормальном состоянии шлейфа в линейной цепи протекает контрольный ток, фиксируемый миллиамперметром $мА_1$.

Запись сигнала производится или сдвоенным перфоратором с двумя электромагнитами, или двумя аппаратами Морзе $АМ_1$ и $АМ_2$ с автоматическим пуском лентопротяжного механизма. Оба электромагнита присоединены через контакты $К_1$ и $К_2$ контроллеров и $К_3$ реле *Рр* к батарее *МБ*. Повреждения шлейфа (обрыв, заземление, обрыв с заземлением, короткое замыкание) фиксируются соответствующими сигналами. При обрыве цепи стрелка миллиамперметра $мА_1$ устанавливается на нуль, а через контакты контроллеров замыкаются цепи ламп обрыва и звонка повреждения *ЛО* и *ЗП*. Ток утечки, не превосходящий 20 *ма*, отмечается только отклонением стрелки миллиамперметра $мА_3$. При утечке 20—35 *ма* срабатывает реле *Рз*, через контакты которого включаются в параллель обмотки контроллеров. Щётки контроллеров переходят во второе положение вследствие снижения силы тока в последних. При этом фиксируется сигнал обрыва, а миллиамперметр $мА_3$ отмечает ток утечки. При полном заземлении контроллеры переходят в третье положение; включаются сигналы заземления *ЛЗ*, *ЗПС*. Стрелка миллиамперметра $мА_1$ будет стоять на нуле, а $мА_3$ покажет наличие тока, замыкающегося через землю. Выключение сигналов повреждения осуществляется выключателем $ВК_1$.

Сигналы тревоги можно привести в действие вручную при помощи переключателя $ВК_2$.

Нормально по шлейфу проходит ток и щётки контроллеров находятся в первом положении. После трёх последовательных замыканий и размыканий цепи контроллеры переходят в седьмое (последнее) положение, при котором происходит приём сигнала.

Для подачи обратного сигнала на извещатель на приёмном аппарате нажимают кнопку *Кн*, замыкающую цепь зуммера, и в линию посылается сигнал, воспринимаемый телефоном извещателя.

Контроль приёмного аппарата производится телеграфным ключом *Тк*, при отжатии которого в цепь включается сопротивление 500 *ом*.

Для регистрации времени на приёмных аппаратах установлен штемпель времени, при помощи которого в момент начала приёма сигнала происходит запись времени поступления сигнала. Аппарат смонтирован в железном шкафу размерами 1700 × 800 × × 450 *мм*. С лицевой стороны имеется стол на высоте (от пола) 860 *мм*.

Для работы аппарата требуются две батареи:

а) линейная *ЛБ* ёмкостью не менее 18 *а-ч*, напряжением 24 *в* при сопротивлении шлейфа до 100 *ом* и 48 *в* при сопротивлении шлейфа до 500 *ом*;

б) местная *МБ* с напряжением 12 *в* и ёмкостью не менее 36 *а-ч* при наибольшем разрядном токе 8 *а*. Средние точки обеих батарей должны быть выведены к аппарату. В линейной цепи протекает постоянно ток величиной около 65 *ма*.

Пожарный аппарат шлейфной системы с записью типа ПАЗ-48. Принципиальная схема аппарата дана на фиг. 400. В нормальном (готовом к приёму сигналов) состоянии аппарата под током контрольной батареи *КБ* находятся реле *Рп*, *Рз*, *Рр*, миллиамперметр *мАл*, реостаты *СЛI* и *СЛII*.

Кроме того, под током рабочей батареи *РБ* находятся реле *РВл* и *РВп*, электромагниты аппаратов Морзе *АМл* и *АМп* и миллиамперметр *мАм*.

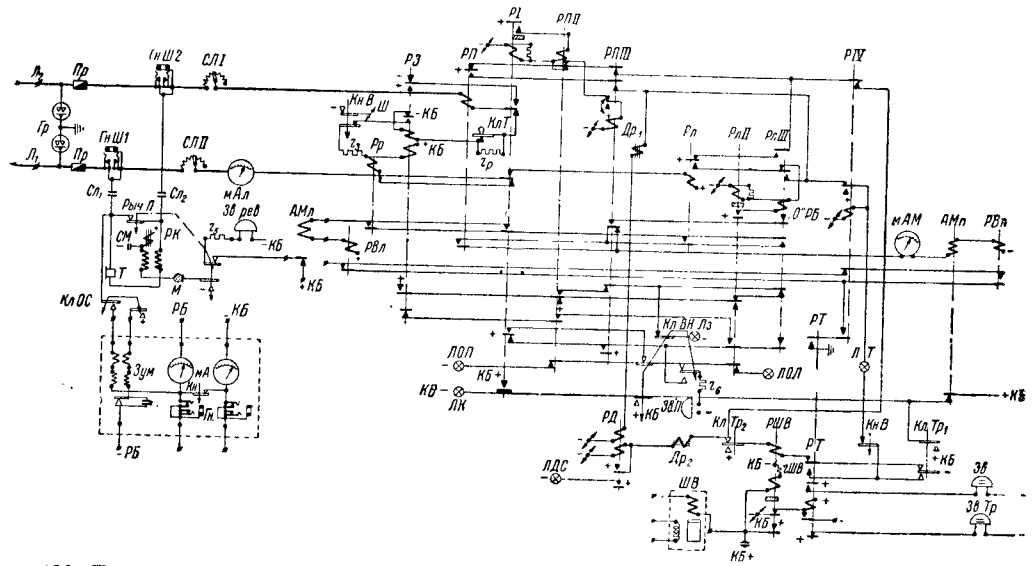
При этом якорь реле *Рз*, по которому проходит контрольный ток, не притянут, так как реле дифереицнальное. Показания прибора *мАл* должны иаходиться в пределах 30—40 *ма*. Эта величина тока устанавливается при помощи реостатов *СЛI* и *СЛII*. Показания миллиамперметра *мАм* должны быть в пределах 40—60 *ма*. Для питания аппарата требуются две аккумуляторные батареи напряжением по 48 ± 4 *в*, а именно коитрольиая и рабочая батареи (иа схеме «+» и «—» относятся к рабочей батарее, *ш* — минусовая шина этой батареи).

Схемой предусмотрена возможность включения специального устройства — «повторителя» для трансляции номера извещателя, подавшего сигнал «тревоги» на главную станцию.

Схема обеспечивает при повреждении в шлейфе (обрыв провода, заземление, обрыв с заземлением) действие оптической и акустической сигнализации. Сигналы о повреждении (за исключением лампы контроля *ЛК*) выключаются переводом ключа *КлВН*, а для восстановления нормального положения после устранения повреждения ключ *КлВН* переводят в нормальное положение и кратковременно нажимают кнопку «сброса» *КнВ*. При сообщении проводов шлейфа получается увеличение контрольного тока. Наличие сообщения проверяется при пробе (ревизии) извещателей и при телефонных переговорах. При ревизии извещателя в шлейф включается добавочное сопротивление, которое понижает контрольный ток; замыкание контактной системы извещателя не сопровождается при этом одновременным заземлением шлейфа. На понижение силы контрольного тока реагирует реле «ревизии» *Рр*; якорь же линейного реле *Рп* остаётся притянутым. В связи с этим при приёме сигнала ревизии будет замыкаться и размыкаться цепь аппаратов Морзе в соответствии с колебаниями величины тока, происходящими в линейной цепи. Получение сигнала ревизии отмечается миганием лампы «контроля» *ЛК*, прерывистой работой звонка ревизии *ЗвР* и записью номера извещателя. При подаче сигнала тревоги с какого-либо другого извещателя приём сигнала ревизии прекращается.

При данной схеме станцию с извещателя вызывают нажатием кнопки; при этом в линейную цепь вводится добавочное сопротивление, вызывающее понижение величины контрольного тока. На приёмном аппарате кратковременно звонит звонок «ревизии».

Телефонная связь с извещателем осуществляется при включении в гнёзда извещателя микротелефона (параллельно добавочному сопротивлению извещателя). Цепь питания микрофона замыкается через контакты рычажного переключателя *Рыч. П.*



Фиг. 400. Принципиальная схема аппарата ПАЗ-48: *Рл* и *Рп*—линейные реле правого и левого проводов; *РI*, *РлII*, *РпII*, *РлIII*, *РпIII*, *РIV*—вспомогательные местные реле, срабатывающие в зависимости от работы линейных реле. Цифра указывает, при каком положении линейного реле сработает данное реле. Реле, не имеющее буквы, сработает при изменении режима в любом проводе шлейфа; *л* и *п* указывают, с каким (правым или левым) линейным реле связано данное реле; *Рз*—двухобмоточное реле «земли»; *Рр*—реле ревизии; *Рт*—реле тревоги; *Рдс*—двухобмоточное реле «двух сигналов»; *Ршв*—реле «штемпеля времени», замедленное на отпускание; *РВл*, *РВп*—трансляционные реле, подключающие повторители; *АМл*, *АМп*—обмотки электромагнитов аппаратов Морзе; *ЛОЛ*, *ЛОП*—лампы обрыва левая и правая; *Л*—лампа (*З*—«земли», *ДС*—«двух сигналов», *Т*—«тревоги»); *КлТ*—телеграфный ключ Морзе; *КнВ*—кнопка «сброса сигналов»; *КлОС*—ключ обратного сигнала; *КлВН*—выключатель сигнала неисправности; *КлТр*—ключ «тревоги»; *Рыч. П*—рычажный переключатель; *Гнш* — испытательное гнездо шлейфа; *мАл*—миллиамперметр для контроля тока в шлейфе; *мАм*—миллиамперметр для контроля тока в цепи аппарата Морзе; *СЛI*, *СЛII*—реостаты; $Ч_{шв}$, $Ч_2$, $Ч_4$, $Ч_5$, $Ч_6$, $Ч_8$—омические сопротивления; $С_{л_1}$, $С_{л_2}$, $С_{1,11}$—конденсаторы; *Пр*—предохранитель; *Гр*—громоотводы; *Др*—дроссель; *Кт*—контакт; *Рк*—реактивная катушка; *Тр*—трансформатор; *М*—микрофон; *Т*—телефон; *Зв*—звонок (*Р*—«ревизии», *П*—«повреждения», *Т*—«тревоги»); *РБ*—рабочая батарея; *КБ*—контрольная батарея

Подача обратного сигнала производится при нажатии на аппарате ключа *КлОС*, отчего происходит включение зуммера. Зуммерный ток проходит по проводам шлейфа, заземление извещателя, с которого подан сигнал, землю и заземление приёмного аппарата. Подача обратного сигнала возможна и при наличии обрыва или сообщения проводов в шлейфе.

Размеры коммутатора ПАЗ-48: высота 1 332 *мм*, ширина 700 *мм*, глубина 630 *мм*. Вес 85 *кг*.

Извещатели

Извещатели делятся по назначению на пожарные и охранные, а по способу приведения в действие на извещатели ручного действия и автоматические.

Кнопочные извещатели ручного действия типа ПКИЛ (табл. 277) предназначены для включения в приёмные аппараты лучевой системы для подачи сигнала о пожаре и приёма обратного фонического сигнала с электропожарной станции. Общий вид извещателя ПКИЛ показан на фиг. 401, а принципиальная схема дана на фиг. 402.

Сигнал подаётся нажатием кнопки *Кн*, находящейся под стеклом, которое нужно разбить. При нажатии кнопки выключается сопротивление в контрольной цепи извещателя, цепь сперва размыкается, а затем оба провода закорачиваются и заземляются (фиг. 402). При отпускании кнопки восстанавливается нормальная схема. Ответный сигнал воспринимается телефоном *Т*, включённым через конденсатор *К* ёмкостью **0,25** *мкф*. Гнёзда *Гн* служат для включения микротелефона служебной телефонной связи.

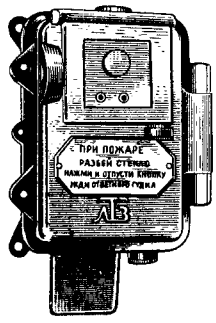
Охранные кнопочные извещатели ручного действия типа ОКИЛ (табл, 278) применяют при устройстве охранной сигнализации, которая строится по лучевой системе. Охранная сигнализация служит для быстрого извещения центрального поста вооружённой охраны о тревоге, а также для служебной связи постов с

Таблица 277

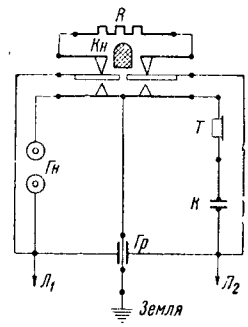
Извещатели типа ПКИЛ

Характеристика	Тип извещателя	
	ПКИЛ-1	ПКИЛ-2
Наименование аппаратов, в которых применяется извещатель	ТЛО-16, ТЛО-30, ПОЛО-25 и ПЛО-50	ТЛО-60
Сопротивление в *ом*	1 000	3 500
Высота в *мм*	245	245
Ширина в *мм*	170	170
Глубина в *мм*	102	102
Вес в *кг*	3,5	3,5

центральным пунктом. Кроме подачи тревожного сигнала, предусматривается возможность передачи сообщений по телефону, а также пода-

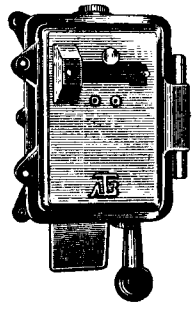


Фиг. 401. Внешний вид извещателя ПКИЛ

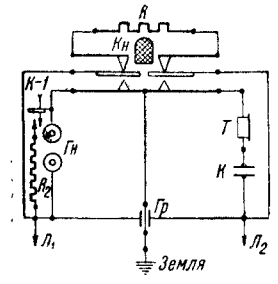


Фиг. 402. Принципиальная схема извещателя ПКИЛ

ча сигналов по специальному коду. Извещатели типа ОКИЛ обеспечивают подачу сигнала тревоги, кодового служебного сигнала и



Фиг. 403. Внешний вид извещателя ОКИЛ



Фиг. 404. Принципиальная схема извещателя ОКИЛ

приём обратного фонического сигнала с электроохранной станции. Внешний вид извещателя показан на фиг. 403, а его схема дана на фиг. 404.

Сигнал подаётся нажатием кнопки $Кн$.

Таблица 278

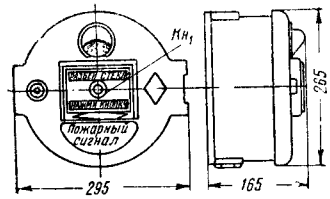
Извещатели типа ОКИЛ

Характеристика	Тип извещателя	
	ОКИЛ-1	ОКИЛ-2
Наименование аппаратов, в которых применяется извещатель	ТЛО-16, ТЛО-30, ПОЛО-25 и ПЛО-50	ТЛО-60
Сопротивление в *ом*		
R_1	1 000	3 500
R_2	1 000	2 500
Высота в *мм*	245	245
Ширина в *мм*	136	136
Глубина в *мм*	102	102
Вес в *кг*	2,4	2,4

Дополнительный контакт $К$-1 замыкается, если дёрнуть за специальную ручку; при этом провод $Л_1$ заземляется через сопротивление R_2. На приёмном аппарате от этого зажигаются лучевая лампа, лампа «земли» и звонит звонок повреждения.

Обратный сигнал подаётся зуммером и воспринимается телефоном $Т$ извещателя.

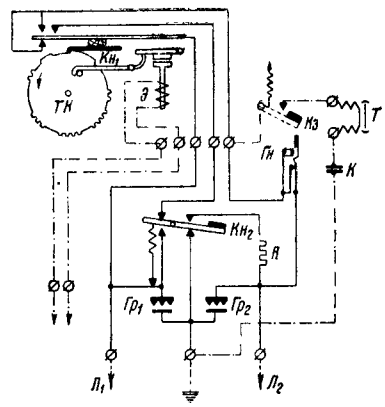
Извещатели с кодированным сигналом ручного действия типа ПИ-7 (фиг. 405) предназначены для шлейфной системы. Подача сигнала тревоги с извещателя осуществляется рядом переключений, обусловленных схемой



Размеры в мм

Фиг. 405. Общий вид извещателя ПИ-7

аппарата и номером извещателя, производимых кодирующим механизмом. Кодирующий механизм приводится в действие при нажатии пусковой кнопки $Кн_1$ извещателя. При этом приводится в действие часовой механизм, на оси которого находится типовое колесо $ТК$, и одновременно замыкается контакт $Кз$, подготовляющий цепь для приёма на телефон $Т$ обратного сигнала (фиг. 406). При вращении типового колеса цепь последовательно размыкается и замыкается на землю. Первые три зубца типового колеса служат для подачи подготовительного кода, остальные для трёхкратной передачи номера извещателя.



Фиг. 406. Принципиальная схема извещателя ПИ-7

Время, требуемое для полной передачи сигнала тревоги, не должно быть больше 35 сек.

При проверке извещателя открывают крышку, причём автоматически отжимается кнопка $Кн_2$, которая отключает землю и включает параллельно контактам добавочное сопротивление R=500 *ом*, снижающее величину контрольного тока в шлейфе.

Извещатель типа ПИ-7 может быть приведён в действие с расстояния.

Цепь электромагнита *Э* замыкается при нажатии кнопки, находящейся на расстоянии от извещателя (подизвещатели). При срабатывании электромагнита рычаг, связанный с якорем, отпускает типовое колесо.

Для осуществления телефонной связи с приёмным аппаратом в гнездо *Гн* вставляется штепсель микротелефона.

В схеме извещателя предусмотрены искровые разрядники $Гр_1$ и $Гр_2$.

Сопротивление заземления извещателя не должно превышать 5 *ом*.

Габаритные размеры извещателя ПИ-7: высота 265 *мм*, ширина 295 *мм*, глубина 165 *мм*. Корпус извещателя чугунный. Вес 8,4 *кг*.

Автоматические извещатели подразделяются по принципу действия на максимальные, диференциальные и комбинированные.

Максимальный температурный извещатель подаёт сигнал тревоги, когда температура окружающей среды достигает предельного значения, на которое он отрегулирован. Максимальные автоматические извещатели должны иметь регулировочное приспособление для установки их на определённую температуру срабатывания в пределах от +20 до +120°.

Согласно ГОСТ 4186-48 допускается изготовление извещателей с соответственно менее широкими пределами регулировки.

Диференциальный автоматический извещатель подаёт сигнал при внезапном повышении температуры. Извещатель должен срабатывать не позднее 1 мин. после помещения его в среду, температура которой повышается на 5—10° в 1 мин.

Комбинированный автоматический извещатель должен срабатывать как при достижении определённого предела температуры окружающего воздуха, так и в том случае, когда скорость нарастания температуры превысит определённую величину, не допустимую для охраняемого помещения. Комбинированный извещатель может состоять из объединённых в одном приборе максимального и диференциального извещателей.

АКУСТИЧЕСКАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

Для акустической сигнализации на железных дорогах СССР используются электрические звонки, гудки и сирены.

Звонки применяются постоянного и переменного тока. Имеется несколько разновидностей звонков постоянного тока: 1) одноударные, 2) медленнодействующие, 3) с шунтом, 4) непрерывно звонящие, 5) герметические, или мембранные, 6) тирольские (колокол, внутри которого помещается механизм) и др.

Звонок постоянного тока. Питание звонков постоянного тока осуществляется от первичных элементов, аккумуляторов или от сети постоянного тока. При питании от сети звонок включают через лампу накаливания, соответствующую напряжению сети и потребляющую ток, равный рабочему току звонка.

Звонки завода «Красная заря» имеют электрическое сопротивление обмоток 40 *ом* (для напряжения 4—6 *в*) и 500 *ом* (для напряжения 24 *в*).

Звонок ДВ-2 завода им. Кулакова имеет две обмотки по 12 *ом* каждая, которые могут включаться последовательно (для работы при напряжении 12 *в*) или параллельно (для работы при напряжении 4—6 *в*).

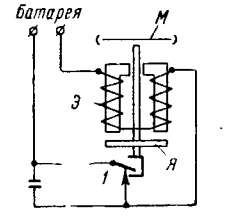
Звонок переменного тока устроен аналогично звонку постоянного тока, но не имеет прерывателя. Якорь притягивается к сердечнику дважды за один период.

Поляризованный звонок переменного тока имеет две обмотки и постоянный магнит, поляризующий якорь.

Поляризованные звонки имеют сопротивление 500, 1 000 и 2 000 *ом* и работают при токе от 3 *ма* и частоте 15÷50 *гц*.

Поляризованный звонок может также работать от пульсирующего тока; в этом случае якорь в одну сторону должен оттягиваться пружиной.

Повреждения, при которых звонок перестаёт работать, — обрыв в обмотке или подводящих проводниках, загрязнение или обгорание контактов, отвинчивание чашки, механические повреждения якоря, расшатывание контактного винта в своём гнезде.



Фиг. 407. Схема гудка постоянного тока

Гудок постоянного или переменного тока применяется для увеличения радиуса слышимости сигналов тревоги. На фиг. 407 дана схема гудка постоянного тока. При прохождении тока по обмоткам электромагнита *Э* стержень, связанный с якорем *Я*, ударяет по мембране *М* и разрывает контакт *1*. Контакт снабжается искрогасителем. Гудок постоянного тока завода им. Кулакова типа ТГС имеет две обмотки. При последовательном соединении обмоток требуется напряжение 24 *в* (ток около 0,6 *а*); при параллельном соединении 12 *в* (ток около 1,2 *а*).

Гудок типа ГПС-12 применяется в аппаратах пожарной сигнализации.

В гудке переменного тока нет прерывающегося контакта. За один период мембрана делает два колебания.

Гудки-вибраторы устроены наподобие телефона и работают от переменного тока.

Сирена представляет собой электромотор, вращающий подвижный диск или барабан с отверстиями рядом с неподвижным диском или внутри неподвижного барабана с такими же отверстиями. Внутри сирены создаётся повышенное давление и в момент совпадения отверстий обоих дисков или барабанов воздух вырывается наружу, создавая звуковые колебания. Частота колебаний зависит от скорости вращения и от числа отверстий.

Сирена потребляет большой ток и поэтому питание её осуществляется от аккумуляторов или от сети.

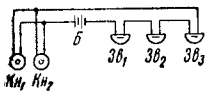
Включение электрозвуковых сигнальных приборов осуществляется чаще всего по схеме нормально разомкнутого тока, т. е. дей-

ствие прибора начинается при замыкании цепи.

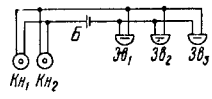
Для замыкания цепи служат звонковые кнопки (для звонков), выключатели и рубильники (для мощных гудков и сирен).

При последовательном включении звонков постоянного тока прерывающие контакты у всех звонков, кроме одного, должны быть шунтированы.

При включении звонков по схеме, представленной на фиг. 408 (последовательное включение) и фиг. 409 (параллельное включе-



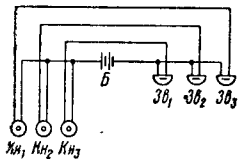
Фиг. 408. Схема последовательного включения звонков



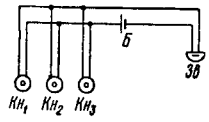
Фиг. 409. Схема параллельного включения звонков

ние), при нажатии одной кнопки звонят несколько звонков. При включении звонков по схеме, представленной на фиг. 410, каждый звонок звонит при нажатии одной соответствующей ему кнопки.

На фиг. 411 показана схема включения звонка, который звонит при нажатии любой из нескольких кнопок.

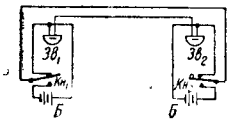


Фиг. 410. Схема включения звонка при нажатии соответствующей кнопки

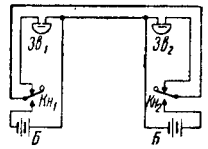


Фиг. 411. Схема включения звонка при нажатии любой кнопки

На фиг. 412 и 413 показаны схемы двусторонней подачи сигнала. В качестве обратного провода может быть использована земля.



Фиг. 412. Схема двусторонней подачи сигнала; при нажатии кнопки звонят оба звонка



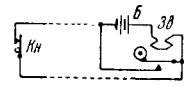
Фиг. 413. Схема двусторонней подачи сигнала; при нажатии кнопки звонит один звонок

Для постоянного контроля линии приборы включают по схеме нормально замкнутого тока.

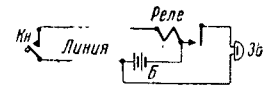
При обрыве цепи или при нажатии кнопки цепь разрывается, якорь отпадает и замыкается цепь сигнального прибора от местной батареи (фиг. 414).

При длинных линиях сигнальные приборы включают через контакты реле, обмотка которого включена в линию (фиг. 415—при нормально разомкнутой схеме и фиг. 416 — при нормально замкнутой схеме).

Для приёма в одном пункте сигналов из нескольких мест применяют нумераторы с электромагнитными клапанами (фиг. 417). Нумераторы делают на 4, 6, 8 и 12 номеров.



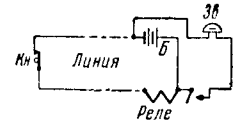
Фиг. 414. Схема включения звонка по схеме нормально замкнутого тока



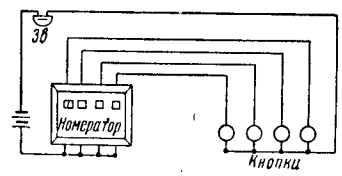
Фиг. 415. Схема включения звонка через контакты реле (при нормально разомкнутой схеме)

При прохождении тока по электромагниту *Э* (фиг. 418) притягивается якорь *Я* и освобождается удерживаемый им рычаг *Р*, в окошечке появляется номер и звонит звонок. Возвращают рычаги в начальное положение вручную. Сопротивление обмоток клапанов 10÷40 *ом*.

Поисковая сигнализация находит применение на железнодорожных станциях, а также на станциях метрополитена. Для целей поисковой сигнализации может быть использована существующая радиотрансляционная сеть или специально оборудованная радиотрансляционная сеть. Громкоговорители устанавливаются по всей территории, обслуживае-

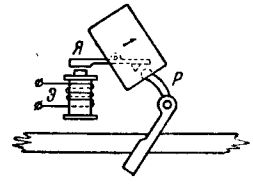


Фиг. 416. Схема включения звонка через контакты реле (при нормально замкнутой схеме)

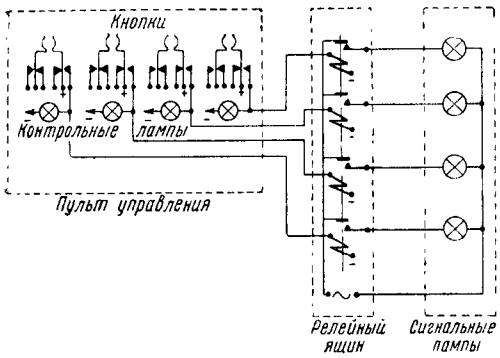


Фиг. 417. Схема включения нумератора

мой поисковой сигнализацией. Поиск требуемого лица осуществляется голосом или посылкой в радиотрансляционную сеть поисково-вызывных сигналов ключом Морзе. Кроме того, простейшая поисковая сигнализация может быть оборудована по схеме, представленной на фиг.419. Пульт управления устанавливается на командном пункте (например у диспетчера), «светофоры» с 4—6 отдельными лампами устанавливают в помещении, где могут находиться разыскиваемые лица. Поисковый сигнал (зажигается лампочка определённого цвета и звонит звонок) подаётся при замыкании кнопки или через промежуточное реле.



Фиг. 418. Схема электромагнитного клапана



Фиг. 419. Схема поисковой сигнализации

ВОДОКАЧАЛЬНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

На железиодорожном транспорте СССР применяются два типа приборов для сигнализации уровня воды в баке водонапорной башни:

а) указывающие только наинизший и наивысший уровни воды;

б) указывающие крайние и промежуточные уровни.

Наибольшее распространение получили приборы первого типа, из которых больше всего установлено приборов системы Трегера, выпускаемых Калужским электротехническим заводом.

Комплект приборов водокачальной сигнализации системы Трегера состоит из:

а) контактного прибора, устанавливаемого над или под баком с водой;

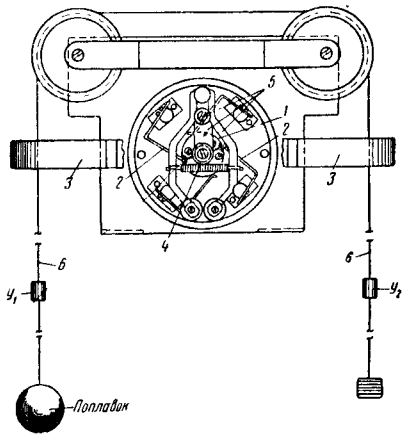
б) указателя уровня воды, устанавливаемого в машиином отделении насосной станции.

Размеры приборов: контактного 230 × × 165 × 78 *мм*, сигнального 330 × 160 × × 70 *мм*. Вес сигнального прибора около 3 *кг*, контактного прибора вместе с тросом и блоками—10,6 *кг*.

Прибор работает устойчиво при напряжении батареи в пределах 10—14 *в*, потребляя ток 20—25 *ма*.

Контактный прибор системы Трегера (фиг. 420) состоит из герметически закрывающегося металлического ящика, в котором находятся контактный механизм, состоящий из двух изолированных друг от друга металлических полудисков *1*, четырёх контактных пружин *2* и возвратного механизма *5*, удерживающего диски в среднем положении при промежуточном уровне воды в баке (при этом две контактные пружины находятся на изоляции). Ось переключателя *4* выходит через крышку прибора наружу ящика, где иа неё насаживается рычаг *3*. Прибор имеет два ролика, через которые перебрасывается металлический трос *6* с деревяиным поплавком и противовесом. Противовес передвигается вдоль рейки с делениями и указывает уровень воды в баке. На тросе укреплены упоры $У_1$ и $У_2$, которые при крайних положениях воды в баке нажимают иа рычаг.

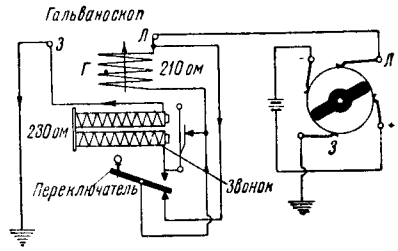
При нижнем уровне воды поплавок опускается и упор $У_1$, упираясь в рычаг, поднимает его, одновременно вращая диск. В результате поворота диска контактная пружина от «+» источника тока соединяется с линейным проводом, а пружина от «—» источника тока соединяется с проводом, идущим на землю. При верхнем уровне воды в баке поплавок поднимается и упор $У_2$, упираясь



Фиг. 420. Контактный прибор системы Трегера: *1*—полудиски; *2*—контактные пружины; *3*—перекидной рычаг; *4*—ось переключателя; *5*—возвратный механизм; *6*—трос

в рычаг, поворачивает его, а диск вращается в обратном направлении. При этом в линейный провод будет подан отрицательный потенциал, а «+» батареи соединится с землёй.

Указатель уровня воды (фиг. 421) состоит из звонка с кнопкой и гальваноскопа *Г*, управляющего стрелкой, которая в зависимости от направления отклонения указывает на надписи «Качай» или «Довольно».



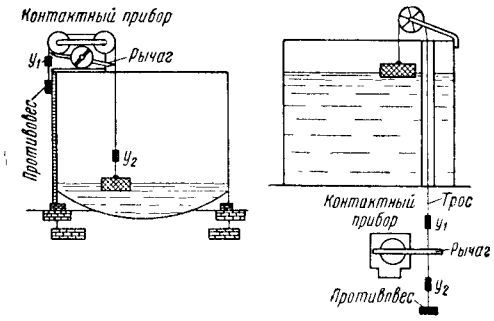
Фиг. 421. Схема указателя уровня воды системы Трегера

При промежуточном уровне воды в баке тока в линии нет. Цепь гальваноскопа *Г* шунтируется через кнопку звонка. Звонок звонит как при максимальном, так и при минимальном уровне воды в баке. Для того чтобы узнать, что означает сигнал, надо нажать кнопку звонка. Вследствие этого звонок прекращает своё действие, а гальваноскоп включается последовательно в линию. Стрелка гальваноскопа отклоняется при максимальном уровне воды вправо, указывая на надпись «Довольно», и влево — при минимальном уровне, указывая на надпись «Качай».

Катушка звонка наматывается проводом ПЭ (ПЭЛ) или ПШД диаметром 0,18—0,25 *мм*. Сопротивление каждой катушки 115 *ом* ±5%. Электрическая схема указателя уровня вы-

полняется проводом марки ПР диаметром $1 \div 1{,}5$ *мм*^{2}.

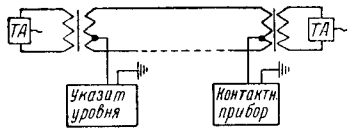
Установка прибора. Контактный прибор устанавливается над или под баком с водой (фиг. 422). После установки контактного механизма через ролики и концы рычага



Фиг. 422. Установка контактного прибора системы Трегера

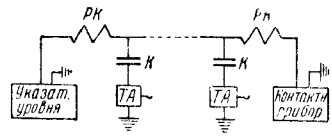
пропускают трос. Затем отмечают положение рычага, при котором замыкаются контакты *Л* и «+», *З* и «—» или *Л* и «—», *З* и «+», и укрепляют упоры $У_1$ и $У_2$ при крайних положениях рычага.

Проверка исправности контактов в контактном приборе производится следующим образом: к зажимам линейного и земляного проводов присоединяют вольтметр, а затем рычаг поворачивают в ту и другую стороны до установления контакта между соответствующими пружинами; при этом отклонение стрелки вольтметра должно быть в обоих случаях одинаковым. Если отклонения стрелки нет, то осматривают все контакты, а затем отдельно проверяют батарею.



Фиг. 423. Схема включения аппаратов водокачальной сигнализации в провода связи

Сигнальный прибор укрепляют на стене так, чтобы удобно было нажимать кнопку. После включения приборов проверяют правильность показаний гальваноскопа в соответствии с уровнем воды в баке.



Фиг. 424. Схема связи водонапорной башни с машинным отделением водокачки

Для водокачальной сигнализации используют стальные провода $d = 3$ *мм*, а также могут быть использованы телефонные провода. Схема включения аппаратов водокачальной сигнализации в провода связи показана на фиг. 423.

Телефонная связь между водонапорной башней и машинным отделением водокачки может быть осуществлена по схеме, представленной на фиг. 424.

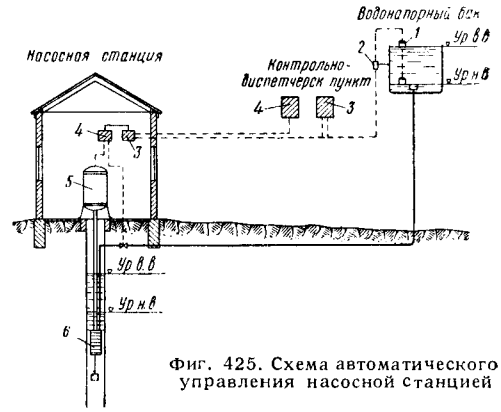
Сопротивление реактивных катушек 15—40 *ом*, конденсаторы ёмкостью 1—2 *мкф*. Телефонные аппараты применяются с фоническим вызовом.

На электрифицированных насосных станциях в настоящее время внедряется автоматическое управление насосными агрегатами в зависимости от уровня воды в баке водонапорной башни. Сущность автоматического управления электрифицированной насосной станцией состоит в следующем. Пуск в работу и остановка электронасоса связываются с положением верхнего и нижнего уровней воды в баке (т. е. с сигналами «Качай» и «Довольно») и напором воды в сети.

При наличии нескольких насосных станций в одном месте автоматика допускает совмещение контроля и управления ими с одного пункта.

Датчик импульсов устанавливается у водонапорного бака или в сети и соединяется с приборами сигнализации и управления насосной станции.

Схема автоматического управления насосной станцией показана на фиг. 425.



Фиг. 425. Схема автоматического управления насосной станцией

Поплавок *1* действует на систему передач (датчик) *2* и заставляет срабатывать сигнальное устройство *3* (в насосной станции и в контрольно-диспетчерском пункте).

Сигнальный прибор *3* соединён с приборами управления *4*. Последние, получив сигнал «Довольно», останавливают агрегат *5*, а при сигнале «Качай» включают в работу электродвигатель *5*, который приводит в действие насос *6*.

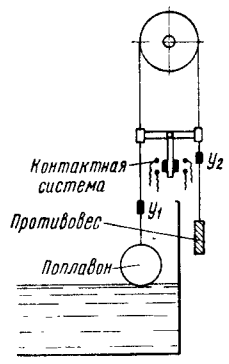
В качестве датчика импульсов могут быть использованы контактный прибор системы Трегера, поплавковое реле и манометрическое реле уровня.

При наличии на насосной станции постоянного источника питания от выпрямителей или аккумуляторной батареи и при небольшом расстоянии между водонапорной башней и насосной станцией оправдывается использование контактного прибора системы Трегера. При этом на насосной станции должен

устанавливаться повторитель — поляризованное реле уровня. Реле уровня срабатывает и переключает свои контакты в зависимости от уровня воды в баке водонапорной башни.

В системах автоматической сигнализации применяют поплавковые реле типа РМ и СУ.

Поплавковое реле типа РМ состоит из поплавка, противовеса и контактного устройства. Принцип действия и установка приборов видны из фиг. 426. Контактное устройство управляется посредством воздействия на рычаг со стороны упоров $У_1$ и $У_2$, укреплённых на тросе, перекинутом через блок, закреплённый на корпусе контактного устройства.



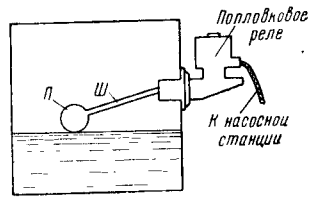
Фиг. 426. Принцип действия поплавкового реле типа РМ

Переключение контактов происходит при крайних уровнях воды в баке водонапорной башни. Цепь реле уровня замыкателя — непосредственно через контакты поплавкового реле.

Реле типа СУ (фиг. 427) имеет контактную систему и связано с поплавком *П* через штангу *Ш*, заканчивающуюся шарнирным рычагом. Крайние пределы регулировки уровней определяются длиной штанги, на которой укреплён поплавок. При использовании соответствующей контактной системы можно фиксировать не только крайние, но и промежуточные уровни воды.

Сигнальное устройство состоит из переключателя, лампы и звонка.

Новая конструкция датчиков импульсов и приёмников, разработанная ЦНИИ МПС, обеспечивает передачу по одному проводу сигналов о положении уровней воды. Датчики питаются переменным током 12—36 *в* от трансформатора, расположенного на насосной станции. Сигнализация обеспечивает непрерывный контроль линии управления с подачей аварийных сигналов в случае обрыва или короткого замыкания.



Фиг. 427. Установка поплавкового реле типа СУ

Непрерывный контроль за режимом работы агрегатов и правильный учёт работы всей станции с автоматической регистрацией малейших отклонений от нормального режима осуществляется самопишущими приборами.

В настоящее время нашей промышленностью выпускаются различные типы самопишущих приборов для измерения и записи расхода, напора, уровня воды и других величин. Принцип работы таких приборов основан на измерении величины давления или перепада давления и передаче значения измеряемой величины на стрелку. Запись производится на круговой диаграмме пером, связанным со стрелкой.

Вращение диаграммы осуществляется синхронным моторчиком или при помощи часового механизма.

ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ УСТРОЙСТВ СВЯЗИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Развитие электропитающих установок для устройств связи

Развитие электропитающих установок для устройств связи проходило параллельно развитию самих устройств связи. В дореволюционной России на железнодорожном транспорте применялась несложная аппаратура связи (преимущественно телефонные аппараты системы МБ и телеграфные аппараты Морзе). Для питания этой аппаратуры использовались химические источники тока — гальванические элементы и более редко аккумуляторы.

Мощное развитие сети связи железнодорожного транспорта СССР за годы сталинских пятилеток вызвало значительное повышение мощности электропитающих установок в узлах связи. Вследствие этого питание аппаратуры связи в крупных узлах непосредственно от химических источников тока стало невозможным. Потребовалось создание новых систем электропитания, основанных на применении преобразователей тока как для непосредственного питания аппаратуры связи, так и для работы в буферном режиме с аккумуляторными батареями.

Переход на новые системы электропитания потребовал разработки и освоения производства специальной аппаратуры питания устройств связи.

Труды советских специалистов Б. С. Комарова, Б. А. Пионтковского и др., предложивших ряд оригинальных конструкций отдельных электропитающих устройств и разработавших схемы комплексных электропитающих установок, способствовали освоению промышленностью СССР новых устройств электропитания предприятий связи. Большое значение для развития электропитания устройств связи имеют работы И. А. Казаринова, предложившего блочную систему электропитания различных видов устройств связи.

Эта система по уровню своего технического совершенства стоит намного выше аналогичных установок, выпускаемых иностранными фирмами. Большую работу в области создания мощных первичных элементов отечественной конструкции проделали специалисты МПСС. Над усовершенствованием мощных первичных элементов с воздушной деполяризацией работали П. М. Спиридонов, Б. Н. Пушкарёв.

Дальнейшее развитие устройств электропитания намечается проводить в направлении

улучшения их электрических характеристик, автоматизации, упрощения ухода за ними, экономии дефицитных материалов и удешевления.

Назначение электропитающих устройств и источники энергоснабжения предприятий связи

Устройства электропитания предприятий связи должны доставлять электрическую энергию, необходимую для бесперебойного действия аппаратуры связи, и, кроме того, обеспечивать питание сетей аварийного освещения, служащих для искусственного освещения помещений станций связи в периоды прекращения подачи электрической энергии от основного источника энергоснабжения.

Основным источником энергоснабжения для питания аппаратуры, устанавливаемой в узлах связи, обычно является местная электрическая сеть. В пунктах, не обеспеченных энергоснабжением при предприятиях связи, устанавливаются собственные электрические станции.

Преобразование электрической энергии, получаемой от местной сети или собственной электрической станции, в электрическую энергию, используемую для питания аппаратуры связи, осуществляется с помощью преобразователей различного рода (мотор-генераторов, выпрямителей и т. п.), дополняемых в необходимых случаях аккумуляторными батареями.

Резервирование энергоснабжения предприятий связи осуществляется или путём устройства вводов от двух независимых электрических сетей, или путём установки резервной электрической станции (блок-станции).

Питание небольших установок связи, потребляющих малые мощности (порядка 2÷3 *вт*), наиболее часто осуществляется от гальванических элементов.

Основные требования, предъявляемые к электропитающим устройствам

К электропитающим устройствам предприятий связи предъявляются следующие основные требования:

а) подача питающего тока должна быть непрерывной;

б) мощность электропитающих устройств должна быть достаточной для питания приборов связи при самой большой нагрузке;

в) колебания питающих напряжений не должны выходить за пределы, обусловленные видом питаемой ими аппаратуры связи;

г) пульсация напряжения источников питания должна быть минимальной;

д) устройства электропитания должны быть типизированными и иметь стандартное силовое оборудование с автоматизированным управлением.

Характеристики источников питания аппаратуры связи

Номинальные значения напряжений, род тока и требования, предъявляемые к колебаниям и пульсации напряжения источников питания аппаратуры связи различного рода, указаны в табл. 279.

Некоторые виды изготовляемой в настоящее время аппаратуры дальней и избирательной связи снабжаются устройствами для непосредственного питания от сети переменного тока. Для работы такой аппаратуры требуется переменный ток при напряжении 120 или 220 *в* с частотой 50 *гц*. Допустимые колебания напряжения обычно составляют ±10%.

СПОСОБЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ УСТРОЙСТВ СВЯЗИ

На железнодорожном транспорте СССР применяются следующие способы электропитания устройств связи:

а) питание от первичных элементов;

б) питание от аккумуляторов в режиме «заряд — разряд»;

в) питание от аккумуляторов и преобразователей в режиме непрерывной буферной работы;

г) питание от аккумуляторов и преобразователей в режиме периодической буферной работы;

д) питание от преобразователей без применения аккумуляторных батарей (безбатарейный способ).

Питание от первичных элементов. Первичные элементы в условиях нормальной эксплоатации применяются для питания телефонных аппаратов системы МБ и телефонных аппаратов промежуточных пунктов избирательной связи, переносных телефонных аппаратов, коммутаторов системы МБ, стрелочных коммутаторов, цепей смещения усилительной аппаратуры, установок водокачальной и тревожной сигнализации и т. п.

В настоящее время отечественная промышленность выпускает мощные медноокисные элементы, отдающие ток большой величины. Это позволяет значительно расширить область применения первичных элементов в хозяйстве связи. Медноокисные элементы могут применяться для питания местных цепей аппаратуры избирательной связи, цепей накала усилительной аппаратуры небольшой мощности, небольших телефонных станций системы ЦБ и т. п. Эти элементы также очень удобны для питания от общей батареи микрофонных цепей нескольких телефонных аппаратов системы МБ или микрофонных и звонковых цепей нескольких промежуточных аппаратов избирательной связи, установленных в одном общем помещении.

Питание от аккумуляторов по способу «заряд—разряд». Питание по способу «заряд—разряд» характеризуется тем, что электропитающая установка состоит из двух или нескольких аккумуляторных батарей (групп) и двух зарядных агрегатов. Одна из групп заряжается или, будучи заряженной, находится в запасе. Остальные группы, будучи заряженными ранее, питают нагрузку. Когда какая-нибудь из этих последних групп разрядится, то её переключают на заряд, а на её место в разрядную цепь включают заряженную группу.

Переключение групп производится без перерыва тока с помощью рубильников или групповых батарейных коммутаторов. Выбор

Таблица 279

Предельные допустимые величины колебаний и пульсации напряжения электропитающих установок на зажимах нагрузки

Назначение питающей установки	Наименование цепей питания	Номинальное напряжение источника тока в *в*	Род тока	Частота в *гц*	Пределы колебания напряжения на зажимах питаемой аппаратуры в *в*	Допустимая пульсация напряжения на зажимах питаемой аппаратуры	
						пиковое значение в *в* не более	псофометрическое значение в *мв* не более
Для питания телеграфных станций	Линейные цепи телеграфных аппаратов	+40 и —40	Постоянный	—	36 и 43	0,4	400
		+60 и —60			54 и 64	0,6	600
		+80 и —80			72 и 86	0,8	800
		+120 и —120			108 и 129	1,2	1 200
		+160 и —160			144 и 172	1,6	1 600
	Местные цепи телеграфных аппаратов	40	»	—	36 и 42	0,4	—
		60			58 и 64	0,6	
		120			108 и 120	1,2	
	Линейные и местные цепи установок абонентского и тонального телеграфа	+60 и —60	»	—	58 и 64	0,6	—
	Моторные цепи телеграфных аппаратов и фототелеграфа	120,	»	—	108 и 120	1,2	—
		—	Переменный	50	—	—	—
Для питания местных сетей и междугородных телефонных станций	Телефонные аппараты МБ	1,4 — 3	Постоянный	—	—	—	—
	Телефонные коммутаторы МБ	4	»	—	—	—	—
	Телефонные коммутаторы ЦБ	24	»	—	23 и 26,6	—	2,4
		48			—	—	2,4
	АТС машинной системы	48	»	—	46 и 52	—	2,4
	АТС шаговой системы	60	»	—	58 и 64	—	2,4
	Цепи индукторного вызова	60 — 80	Переменный	15 — 50	—	—	—
	Цепи зуммерной сигнализации	2 — 6	»	125 — 450	—	—	—

Продолжение табл. 279

Назначение питающей установки	Наименование цепей питания	Номинальное напряжение источника тока в *в*	Род тока	Частота в *гц*	Пределы колебания напряжения на зажимах питаемой аппаратуры в *в*	Допустимая пульсация напряжения на зажимах питаемой аппаратуры	
						пиковое значение в *в* не более	псофометрическое значение в *мв* не более
Для питания установок дальней связи	Цепи накала и сигнализации аппаратуры дальней связи	24	Постоянный	—	21,6 и 26,4 (без стабилизации напряжения), 20,6 и 21,8 (при стабилизации напряжения)	—	2,4
	Анодные цепи аппаратуры дальней связи	220	»	—	200 и 240 (без стабилизации напряжения), 200 и 212 (при стабилизации напряжения)	—	4,4
	Цепи индукторного вызова	60—80	Переменный	15—50	—	—	—
	Микрофонные и звонковые цепи промежуточных аппаратов телефонной избирательной связи	3—4,5	Постоянный	—	2,8—4,5	—	—
	Местные цепи и цепи накала аппаратуры избирательной связи	12 / 24	»	—	10,8—13,2 / 21,6—26,4	—	2,4
	Анодные цепи аппаратуры избирательной связи	160 / 220	»	—	145—175 / 200—240	—	4,4
	Цепи селекторного вызова	Определяется по расчёту	»	—	±10%	—	Не установлено
	Цепи прямого управления	Определяется по расчёту	»	—	±10%	—	Не установлено
	Цепи обратного управления	—	»	—	±10%	—	Не установлено
	Цепи посылки вызова на распорядительную станцию постанционной связи	Определяется по расчёту	»	—	+20%	—	—
	Цепи питания микрофонов и реле аппаратуры постанционной автоматической связи	6	»	—	±10%	—	Ориентировочно 1

Примечания. 1. Нормальные напряжения линейных телеграфных батарей разной полярности, но одинакового номинального напряжения не должны отличаться одно от другого более чем на 3%.

2. На телефонных станциях системы ЦБ и АТС заземляется положительный полюс батареи. Также заземляются положительный полюс батареи накала и отрицательный полюс анодной батареи.

3. Источники тока, указанные в пяти последних графах таблицы, не должны иметь соединения с землёй в тех случаях, когда цепи избирательной связи используются для телеграфирования по искусственной цепи.

4. Пульсация напряжения измеряется при полной нагрузке.

ёмкости аккумуляторов производится так, чтобы в сутки нужно было заряжать не более двух групп, а для батарей, состоящих всего из двух групп, в сутки должна заряжаться лишь одна группа. Кислотные батареи заряжаются током не менее чем 8-часового зарядного режима, хотя предпочтительнее 9—12-часовой режим. Щелочные батареи заряжаются током 6-часового режима.

Ток заряда

$$I = \frac{Q}{\eta t},$$

где Q — ёмкость аккумулятора в *а-ч*;
η — отдача аккумуляторов по ёмкости;
t — время заряда в часах.

Способ «заряд—разряд» весьма несовершенен. Главнейшие его недостатки следующие: низкий к. п. д. электропитающей установки (10—45%), быстрый износ аккумуляторных пластин, необходимость наличия большой ёмкости аккумуляторных батарей зарядных агрегатов большой мощности и как следствие этого — сложное и громоздкое оборудование аккумуляторной.

Питание по способу непрерывной буферной работы. При этом способе питание производится от параллельно соединённых аккумуляторной батареи и преобразователя. В качестве последнего используется главным образом выпрямитель переменного тока. Мотор-генераторы применяются лишь на крупных станциях связи. Существуют следующие разновидности непрерывной буферной работы.

Способ непрерывного подзаряда. Согласно этому способу питание аппаратуры круглые сутки осуществляется от преобразователя; батарея, оставаясь подключённой к разрядным шинам, находится всё время в резерве и получает от преобразователя небольшой подзарядный ток, называемый током содержания, компенсирующий как саморазряд батареи, так и небольшой разряд её при резких кратковременных повышениях нагрузки; при этом батарея должна быть заряжена на 85—90% её полной ёмкости. Величина тока содержания колеблется в пределах от $\frac{Q_н \cdot 3}{100 \cdot 24}$ до $\frac{Q_н \cdot 5}{100 \cdot 24}$ для кислотных аккумуляторов и от $\frac{Q_н}{200}$ до $\frac{Q_н}{100}$ для щелочных аккумуляторов, где $Q_н$ — номинальная ёмкость батареи.

При перерыве подачи электроэнергии батарея принимает на себя нагрузку; в остальное время она способствует сглаживанию пульсаций тока, получаемого от преобразователя.

Для упрощения обслуживания электропитающей установки целесообразно снабжать преобразователь регулятором напряжения, непрерывно изменяющим ток преобразователя $I_{пр}$ в точном соответствии с изменениями тока нагрузки $I_{нагр}$, т. е. так, чтобы постоянно соблюдалось равенство

$$I_{пр} = I_{нагр} + I_{сод},$$

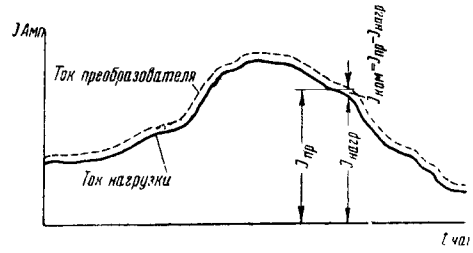
где $I_{сод}$ — ток содержания.

Примерный график работы в режиме непрерывного подзаряда изображён на фиг. 428

При использовании буферных батарей, составленных из кислотных аккумуляторов, напряжение каждого аккумулятора должно поддерживаться равным 2,15 *в* при допустимых пределах колебания от 2,1 до 2,2 *в*. При уменьшении напряжения ниже 2,1 *в* батарея сильно разряжается, а при увеличении выше 2,2 *в* электролит в аккумуляторах непрерывно кипит, что сокращает срок их службы.

Плотность электролита во время работы в режиме непрерывного подзаряда должна поддерживаться в пределах 1,20÷1,21.

Способ непрерывного подзаряда позволяет увеличить срок службы стационарных аккумуляторов до 18—20 лет. Общий к. п. д. электропитающей установки составляет 60—78% (примерно в 1,5 раза больше, чем при способе «заряд—разряд»).



Фиг. 428. График буферной работы в режиме непрерывного подзаряда

При использовании буферных батарей, составленных из щелочных аккумуляторов, напряжение каждого аккумулятора должно поддерживаться в пределах от 1,52 до 1,56 *в*. Плотность электролита должна составлять 1,19÷1,21.

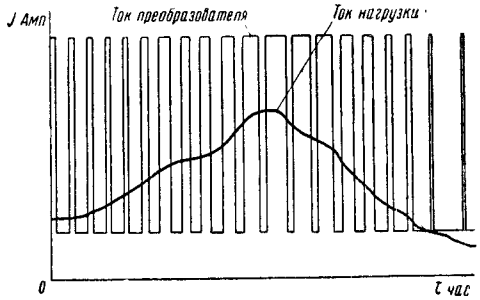
Способ импульсного подзаряда. Этот способ характеризуется тем, что батарея подключается к нагрузке постоянно, а преобразователь периодически на короткие промежутки времени при помощи реле отключается от нагрузки. Когда преобразователь отключится, напряжение батареи постепенно падает (при кислотных аккумуляторах с 2,2 до 2,1 *в* на элемент). В это время преобразователь снова включается, принимает на себя питание нагрузки и одновременно начинает заряжать батарею. Напряжение батареи начнёт увеличиваться и, как только оно достигнет 2,2 *в* на элемент, преобразователь опять отключится. Такой процесс повторяется непрерывно во всё время работы установки. На каждое включение выпрямителя затрачивается время от нескольких десятков секунд до нескольких минут в зависимости от величины нагрузки. Примерный график работы в режиме импульсного подзаряда изображён на фиг. 429.

Способ импульсного подзаряда в конструктивном отношении проще способа непрерывного подзаряда и в то же время даёт почти такие же выгоды, как и последний. Однако применяться этот способ может лишь при небольшой мощности установки, так как он связан с необходимостью частого включения и выключения тока выпрямителя с помощью реле и контакторов.

Ёмкость буферных батарей при обоих описанных выше режимах буферной работы определяется следующим образом:

а) если снабжение узла связи электроэнергией со стороны питающей электростанции является надёжным или если в узле связи имеется блок-станция, то батареи должны обеспечить питание нагрузки в случае прекращения энергоснабжения в течение двух часов;

б) если снабжение узла связи электроэнергией со стороны питающей электростанции является недостаточно надёжным, а блок-станции в узле не имеется, то каждая батарея должна обеспечить питание нагрузки в случае прекращения энергоснабжения в течение 24 час.



Фиг. 429. График буферной работы в режиме импульсного подзаряда

Энергоснабжение узла связи считается надёжным в том случае, если общая длительность всех перерывов подачи электроэнергии в течение предшествующих двух лет не превысила 100 час., причём длительность любого одного перерыва не превосходила 2 час.

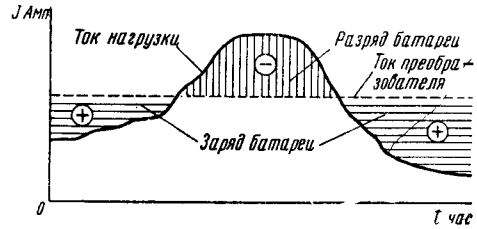
Способ работы в режиме среднего тока. При этом способе выпрямитель регулируется таким образом, что он даёт всё время одни и тот же ток, величина которого может быть примерно определена по формуле

$$I_c = \frac{Q}{24\eta} + I_к ,$$

где I_c — средний ток преобразователя;
Q — количество ампер-часов, потребляемых нагрузкой в течение суток;
η — отдача аккумуляторов по ёмкости;
$I_к$ — ток, компенсирующий потери на саморазряд.

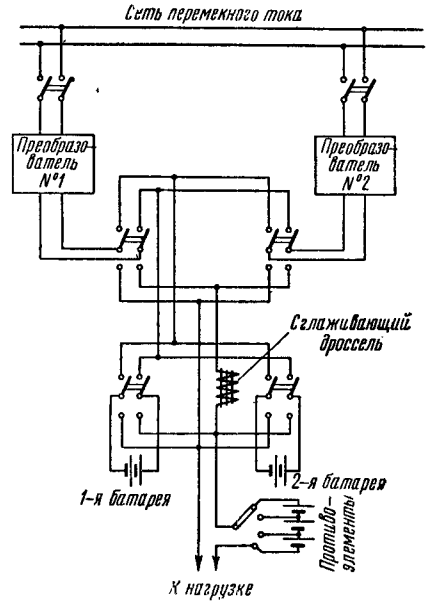
Нагрузка обычно изменяется в течение суток, и когда ток нагрузки превышает I_c, батарея отдаёт часть своей ёмкости. Когда же ток нагрузки становится менее I_c, излишек тока выпрямителя поступает в заряд батареи, компенсируя потерю её энергии во время разряда. В результате в течение суток батарея получит от выпрямителя ровно столько энергии, сколько было ею израсходовано. Такой способ буферной работы не требует автоматических регуляторов и поэтому он широко применяется на практике в простейших электропитающих установках. Однако он не даёт тех больших преимуществ в отношении экономичности и сохранности аккумуляторов, которые свойственны первым двум способам непрерывного буферного питания. Графически работа в режиме среднего тока изображена на фиг. 430.

Выбор ёмкости аккумуляторов при этом способе электропитания производится на основании расчёта максимальной потери электроэнергии батареей в течение её суточной эксплоатации.



Фиг. 430. График буферной работы в режиме среднего тока

Принципиальная схема электропитающей установки для буферной работы в общем виде изображена на фиг. 431. Как видно из этой схемы, электропитающая установка состоит из двух одинаковых преобразователей и двух одинаковых буферных батарей. Каждый из преобразователей может работать с каждой из батарей в буферном режиме, питая нагрузку. В то же время другой преобразователь может заряжать свободную батарею. Это необходимо в случаях, когда батареи разряжаются при перерывах энергоснабжения, а также после контрольных разрядов.



Фиг. 431. Принципиальная схема электропитающей установки для буферной работы

При перерывах энергоснабжения аккумуляторные батареи разряжаются, вследствие чего напряжение их падает с $2{,}15n$ до $1{,}75n$ вольт при кислотных аккумуляторах и с $1{,}54n$ до $1{,}2n$ вольт при щелочных аккумуляторах, где n — число аккумуляторов в батарее.

Для предотвращения столь значительного изменения напряжения на клеммах нагрузки электропитающая установка снабжается угольным регулятором напряжения или несколькими противоэлементами, включаемыми в цепь нагрузки с помощью элементного переключателя или рубильников.

В случае небольших электропитающих установок схема, изображённая на фиг. 431, может быть упрощена путём сокращения количества преобразователей и батарей до одного комплекта.

Все разновидности непрерывной буферной работы (в особенности две первых) требуют, как правило, надёжного снабжения узла связи электроэнергией.

Питание по способу периодической буферной работы. Этот способ применяется в тех случаях, когда нагрузка электропитающей установки испытывает в течение суток большие изменения. В таких случаях буферная работа преобразователя, рассчитанного на полную нагрузку, при значительном снижении этой нагрузки становится невыгодной вследствие резкого снижения к. п. д. преобразователя, и его приходится выключать, осуществляя питание нагрузки от буферной батареи, т. е. по способу «заряд—разряд». Чаще всего такой переход от буферной работы к работе в режиме «заряд—разряд» приходится производить ночью. Этот способ питания не имеет значительных преимуществ по сравнению со способом «заряд—разряд» в отношении экономичности и сохранности оборудования и применяется только потому, что даёт возможность уменьшить ёмкость аккумуляторных батарей при большой мощности электропитающей установки (например служащей для питания АТС большой ёмкости).

Буферная работа при этом способе должна производиться тогда, когда величина тока нагрузки будет не ниже 30—40% номинальной мощности мотор-генератора или 20—25% номинальной мощности ртутного или сухого выпрямителя; в противном случае к. п. д. установки будет недопустимо низок.

Для того чтобы сохранить преимущество непрерывной буферной работы в том случае, когда нагрузка испытывает в течение суток большие изменения, целесообразно добавлять к электропитающей установке специальный маломощный преобразователь, который может питать устройства связи в часы малой нагрузки с большим к. п. д. В качестве такого преобразователя целесообразно применять сухой выпрямитель.

Безаккумуляторный способ питания. При этом способе питание производится от преобразователей без участия аккумуляторных батарей. Преобразователи снабжаются сглаживающими фильтрами и автоматическими регуляторами, поддерживающими постоянство напряжения на нагрузке при колебаниях напряжения сети и изменениях нагрузки. Безаккумуляторный способ питания ответственных установок можно применять только в случае безусловно надёжного энергоснабжения. Обыкновенно выпрямители, служащие для безаккумуляторного питания, монтируются непосредственно на стойках аппаратуры связи; при этом каждая стойка или небольшая группа стоек, составляющих общую установку, имеет свой самостоятельный выпрямитель. В качестве выпрямителей используются чаще всего сухие выпрямители и реже кенотронные и тиратронные.

К аппаратуре связи, приспособленной для полного питания от сети переменного тока, относится, например, трёхканальная аппаратура многократного телефонирования типа ВЗ, распорядительная станция поездной диспетчерской связи типа СПД-5, промежуточная трансляция симплексной связи типа ПТ1 и др.

Все указанные выше типы аппаратуры связи допускают также питание и от источников постоянного тока.

ЭЛЕКТРОПИТАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Гальванические элементы и батареи

Общие сведения. Гальванические элементы — простейшие источники электрического тока, в которых электрическая энергия образуется за счёт химической энергии веществ, входящих в состав элементов.

Гальванический элемент может отдавать электрическую энергию сразу после его изготовления и не требует, чтобы эта энергия была предварительно сообщена ему от какого-нибудь другого источника тока. Вследствие этого гальванические элементы получили название первичных элементов в отличие от аккумуляторов, которые называются вторичными элементами.

Для питания устройств связи железнодорожного транспорта применяются мокрые и сухие гальванические элементы.

Мокрые гальванические элементы. К мокрым элементам относятся медно-цинковые элементы, меднокисные элементы и элементы с воздушной деполяризацией (опытные образцы).

Медно-цинковый элемент Мейдингера имеет комбинированный электролит, состоящий из растворов медного и цинкового купоросов, не смешиваемых друг с другом. В качестве положительного электрода служит медный лист, свёрнутый в виде цилиндра, в качестве отрицательного электрода — цинковый цилиндр. Элемент собирается в стеклянном стакане, имеющем внутри другой стакан меньших размеров. Сверху элемент закрывается крышкой, в отверстие которой пропускается стеклянная воронка для кристаллов медного купороса. Элементы Мейдингера в заряженном состоянии нельзя передвигать, вследствие чего они употребляются только в стационарных установках.

Электрические данные элементов Мейдингера следующие: электродвижущая сила — 1,1 *в*, наибольший допустимый ток—25—30 *ма*, ёмкость—100 *а-ч*, внутреннее сопротивление—5—10 *ом*.

Высота элемента равна 183 *мм*, а наибольший диаметр (крышки элемента) — 135 *мм*.

Меднокисные элементы изготовляются трёх типов: на 1 000; 500 и 250 *а-ч*; элементы различных ёмкостей отличаются друг от друга габаритными размерами. Каждый элемент состоит из блока положительных и отрицательных пластин, погруженного в сосуд с электролитом из раствора едкого натра

плотностью 1,19—1,21. Едкий натр берётся по ГОСТ 2263-43 сорта А. Положительные пластины состоят из прессованной окиси меди, а отрицательные — из цинка с добавлением ртути. Большим преимуществом медноокисных элементов является их малое внутреннее сопротивление, позволяющее нагружать их большими токами.

Электрические и конструктивные данные медноокисных элементов приведены в табл. 280.

Таблица 280

Электрические и конструктивные характеристики элементов МОЭ

Характеристика	Единица измерения	МОЭ 1 000	МОЭ 500	МОЭ 250
Ток разрядный нормальный	*а*	2	1	0,5
Ток разрядный наибольший	»	10	5	2,5
Ёмкость при разрядном токе нормальном	*а-ч*	1 000	500	250
То же, наибольшем	»	600	300	150
» нормальном и при температуре — 10°С	»	900	450	225
Ток короткого замыкания	*а*	50	25	12,5
Напряжение рабочее среднее	*в*	0,65	0,65	0,65
То же, конечное	»	0,5	0,5	0,5
Размеры сосуда:				
высота	*мм*	410	306	304
длина	»	210	170	148
ширина	»	166	145	86
Количество электролита	*л*	10,5	5,8	2,8

Мокрые элементы с воздушной деполяризацией применяют на транспорте пока только в виде опытных образцов. Положительным качеством этих элементов является их бóльшая э. д. с. по сравнению с медноокисными элементами (порядка 1,3—1,4 *в*).

Сухие гальванические элементы. Сухие элементы представляют собой самый распространённый вид гальванических элементов. Помимо отдельных сухих элементов промышленность выпускает сухие батареи различных напряжений и ёмкостей.

Электрические и конструктивные характеристики сухих гальванических элементов и батарей приведены в табл. 281 и 282.

Аккумуляторы

Для электропитания аппаратуры связи применяются кислотные и щелочные аккумуляторы как стационарные, так и переносные.

Кислотные аккумуляторы. Основными типами кислотных аккумуляторов являются стационарные аккумуляторы С и СК. Эти аккумуляторы в зависимости от ёмкости разделяются по номерам индексов *n* от 1 до 148. Индекс показывает, во сколько раз ёмкость и величины зарядного и разрядного тока данного аккумулятора больше соответствующих характеристик аккумулятора С-1.

Аккумуляторы типа С предназначаются для длительного разряда в течение не менее 3 час. Аккумуляторы типа СК допускают форсированные разряды в течение 1 часа. Конструктивно аккумуляторы СК отличаются от аккумуляторов С только наличием более массивных соединительных шин между пластинами. Аккумуляторы С-1÷С-20 имеют стеклянные сосуды, а С-24÷С-148 деревянные, выложенные свинцом.

Данные стационарных аккумуляторов (до типа С-20) приведены в табл. 283.

Гарантированный заводом срок службы аккумуляторов С и СК составляет два года. Однако при правильном обслуживании аккумуляторов этот срок может быть весьма значительно удлинён.

Данные переносных аккумуляторов приведены в табл. 284, а стартерных—в табл. 285. При пользовании этими таблицами следует иметь в виду, что буквы в обозначениях батарей имеют следующие значения: Р—радио, РАДАН — радиоанодная батарея, СТ — стартерная батарея, А — анод, Н — накал, П—пластмассовый сосуд, С — стеклянный сосуд, Э — эбонитовый сосуд.

Таблица 281

Электрические и конструктивные характеристики сухих элементов

№ и тип элемента	Начальная э.д.с. в *в*	Начальное напряжение в *в*	Начальная ёмкость в *а-ч*	Сопротивление цепи разряда в *ом*	Гарантированный срок хранения в месяцах	Ёмкость в конце срока хранения в *а-ч*	Размеры в *мм*				Вес в *кг*
							Длина	Ширина	Диаметр	Высота	
1С-Л-3,1	1,5	1,4	3,1	10	12	2,2	34	34	—	85	0,145
2С-Л-9	1,5	1,42	9	10	12	6,5	42	42	—	102	0,3
3С-Л-30	1,5	1,44	30	10	18	24	57	57	—	132	0,7
4С-Л-37	1,5	1,42	37	5	18	28	82	45	—	179	1,1
3С-КР-Л-28	1,5	1,44	28	10	18	22	—	—	57	132	0,7
3С-МВД-45	1,4	1,35	45	10	9	36	55	55	—	130	0,6
1КС-Х-3	1,65	1,57	3	10	12	2,5	—	—	34	63	0,115
6С-МВД-150	1,4	1,3	150	5	9	110	82	82	—	182	1,7

Примечание. Обозначения элементов расшифровываются следующим образом: С — сухой, КР — круглый, Л — летний, МВД — марганцево-воздушной деполяризации, Х — хладостойкий.
Цифра, стоящая перед буквами, указывает номер элемента.
Число, стоящее после букв, указывает ёмкость элемента.

Таблица 282

Электрические и конструктивные характеристики сухих батарей

Тип батареи	Начальная э. д. с. в *в*	Начальное напряжение в *в*	Начальная ёмкость в *а-ч*	Сопротивление цепи разряда в *ом*	Разрядный ток в *ма*	Конечное напряжение в *в*	Гарантированный срок хранения в месяцах	Ёмкость в конце срока хранения в *а-ч*	Размеры в *мм*			Вес в *кг*
									Длина	Ширина	Высота	
БАС-80-Л-0,9	94	92	0,85	7 000	—	60	10	0,65	218	138	73	3
БАС-80-Х-1	104	102	1,05	7 000	—	60	15	0,7	218	138	73	3
БАС-70-Х-0,95	86	84	0,95	5 835	—	50	15	0,66	216	110	70	2,3
БАС-60-Х-0,7	74	71	0,7	—	20	57	12	0,5	158	138	73	2,2
БАС-60-Х-0,5	70	68	0,5	4 680	—	40	10	0,3	174	112	50	1,2
БС-70	75	73	7/5	—	20/8	35/45	12	5/3,5	350	185	120	13
БАС-Г-60-Л-1,3	74	71	1,3	7 000	—	40	12	0,95	174	112	50	1,5
БАС-Г-80-Л-0,8	96	95	0,8	7 000	—	60	12	0,6	174	117	153	1,7
БАС-Г-80-Л-2,1	104	102	2,1	7 000	—	60	15	1,5	218	138	73	3,35
БАС-Г-90-Л-1,3	110	106	1,3	7 000	—	60	12	0,85	185	145	59	2,2
БАС-Г-120-Л-0,27	127	120	0,27	8 750	—	56	6	0,2	240	94	40	1,3
БАС-Г-160-Л-0,35	170	160	0,35	11 700	—	100	6	0,24	109	77	144	1,8
БС-Г-70	75	73	7/5	—	20/8	35/45	12	5/3,5	155	155	245	9
ГБ-95	93	92	0,36	—	12	60	10	0,25	181	66	39	0,65
БНС-МВД-500	1,4	1,3	500/400	—	5/2	0,8	12	320	160	160	185	6,5
БСС-МВД-5-150	5,5	5	150	—	40	2,8	9	110	170	170	185	6,5

Примечание. Обозначения батарей расшифровываются следующим образом: БАС — батарея анодная сухая, БС — батарея сухая, БНС — батарея накала сухая, БСС — батарея специальная сухая, МВД — марганцево-воздушная деполяризация, Г — галетная, Л — летняя, Х — хладостойкая.

Таблица 283

Стационарные аккумуляторы С и СК

Тип аккумулятора	Наибольший зарядный ток в *а*	Величины тока и ёмкости при разряде						Размеры сосуда в *мм*			Вес аккумулятора без кислоты в *кг*	Количество электролита в *л*
		10-часовом		3-часовом		1-часовом (только для СК)						
		ток в *а*	ёмкость в *а-ч*	ток в *а*	ёмкость в *а-ч*	ток в *а*	ёмкость в *а-ч*	Длина	Ширина	Высота		
С-1 и СК-1	9	3,6	36	9	27	18,5	18,5	80	215	270	3,6	4
С-2 и СК-2	18	7,2	72	18	54	37	37	130	215	270	14,1	6,5
С-3 и СК-3	27	10,8	108	27	81	55,5	55,5	180	215	270	18,5	9
С-4 и СК-4	36	14,4	144	36	108	74	74	215	230	270	22,4	11
С-5 и СК-5	45	18	180	45	135	92,5	92,5	215	230	270	28	10,5
С-6 и СК-6	54	21,6	216	54	162	111	111	215	195	485	31,9	16
С-8 и СК-8	72	28,8	288	72	216	148	148	215	195	485	41,9	15,5
С-10 и СК-10	90	36	360	90	270	185	185	215	260	485	51,5	20
С-12 и СК-12	108	43,2	432	108	324	222	222	215	260	485	60	19,5
С-14 и СК-14	126	50,4	504	126	378	259	259	215	295	485	67,7	21
С-16 и СК-16	144	57,6	576	144	432	296	296	215	345	485	78,6	27
С-18 и СК-18	162	64,8	648	162	486	333	333	215	395	485	89,3	30
С-20 и СК-20	180	72	720	180	540	370	370	215	415	485	95	31

Примечание. При кратковременных (менее 5 сек.) толчках тока от заряженной буферной батареи СК допускается брать токи, в 2,5 раза превышающие ток одночасового разряда.

Цифра перед буквами указывает число аккумуляторов в батарее, а цифра после букв — ёмкость батареи.

Щелочные аккумуляторы. В электропитающих установках предприятий связи железнодорожного транспорта находят применение кадмиево-никелевые и железо-никелевые щелочные аккумуляторы. Их данные приведены в табл. 286.

Обозначения щелочных аккумуляторов и батарей, указанные в табл. 286, составлены следующим образом:

цифры, помещённые перед буквами, указывают число элементов в батарее.

Буквы КН обозначают «кадмиево-никелевые», а ЖН — «железо-никелевые».

Первая буква в буквенном обозначении означает область применения щелочных аккумуляторов (Н — накал, А — анод, Э — электровозы).

Таблица 284

Переносные батарен накала и анода

Тип батареи	Номинальное напряжение в *в*	Величины тока и ёмкости при разряде: 10-часовом — ток разряда в *а*	10-часовом — ёмкость в *а-ч*	50-часовом — ток разряда в *а*	50-часовом — ёмкость в *а-ч*	Наибольший зарядный ток в *а*	Размеры в *мм*: Длина	Ширина	Высота	Ориентировочный вес без электролита в *кг*	Гарантированный срок службы в циклах «заряд—разряд»
Батареи накала											
Старые серии											
РНП-60	2	6	60	1,5	75	6	169	111	231	7	150
2 РНП-40	4	4	40	1	50	4	168	153	232	9,4	150
2 РНП-60	4	6	60	1,5	75	6	217	166	233	13,7	150
2 РНП-80	4	8	80	2	100	8	273	165	230	17,8	150
Новые серии											
2-НС-50	4	5	50	1,25	62,5	5	195	185	235	13,5	250
2-НС-90	4	9	90	2,25	112,5	9	257	185	235	19	250
3-НС-90	6	9	90	2,25	112,5	9	354	185	235	28	250
3-НП-160	6	16	160	4	200	16	526	216	343	68	500
Батареи анода											
Старые серии											
40 РАЭ-3	80	—	—	0,1	2,5	0,2	452	190	135	13,3	100
10 РАДАН-5	20	—	—	0,16	4	0,4	220	121	146	5,5	100
10 РАДАН-10	20	—	—	0,32	8	0,8	223	186	161	10,2	100
10 РАДАН-30	20	2,5	25	1,08	27	2,5	369	163	202	14,5	60
Новые серии											
10-АС-12	20	1	10	0,48	12	1	265	170	186	13,5	150
10-АС-20	20	1,8	18	0,8	20	1,8	351	170	186	18,5	150

Таблица 285

Стартерные батареи

Тип батареи	Номинальное напряжение в *в*	Номинальный зарядный ток в *а*	Величины тока и ёмкость при разряде: 20-часовом — разрядный ток в *а*	20-часовом — ёмкость в *а-ч*	10-часовом — разрядный ток в *а*	10-часовом — ёмкость в *а-ч*	1-часовом — разрядный ток в *а*	1-часовом — ёмкость в *а-ч*	Размеры в *мм*: Длина	Ширина	Высота	Вес батареи с электролитом в *кг*
3 СТЭ-80	6	5	4,0	80	7,0	70	39,5	39,5	248	188	230	20
3 СТЭ-100	6	6	5,0	100	8,4	84	47,4	47,4	272	188	230	22
3 СТЭ-112	6	7	5,6	112	9,8	98	55,3	55,3	304	188	245	23
3 СТЭ-126	6	8	6,3	126	11,2	112	70	70	336	188	245	32
3 СТЭ-144	6	9	7,2	144	12,6	126	71,1	71,1	382	188	245	34
6 СТЭ-126	12	8	6,3	126	11,2	112	79,6	79,6	586	238	241	61
6 СТЭ-144	12	9	7,2	144	12,6	126	71,1	71,1	592	310	261	69
3 СТП-80	6	6,6	4,0	80	7,0	70	—	—	257	194	230	20
3 СТП-100	6	7,7	5,0	100	8,4	84	—	—	272	188	230	22
3 СТП-112	6	8,8	5,6	112	9,8	98	—	—	308	188	245	27
3 СТП-126	6	9,9	6,3	126	11,2	112	—	—	340	188	245	32
3 СТП-144	6	11	7,2	144	12,6	126	—	—	386	188	245	38

Число, расположенное после буквенного обозначения, представляет номинальную ёмкость батареи при нормальном режиме разряда, т. е. ёмкость при разряде в течение 8 час. до конечного напряжения, равного 1,0 *в* на элемент.

Буква М указывает на то, что батарея снабжена съёмными крышкамн.

Противоэлементы. Противоэлементы представляют собой аккумуляторы весьма малой ёмкости, выдерживающие значительный ток и используемые для компенсации излишнего напряжения в разрядной цепи. Они включаются так, чтобы их электродвижущая сила была направлена навстречу электродвижущей силе батареи и понижала напряжение

Таблица 286

Электрические данные и размеры щелочных аккумуляторных батарей

Тип батареи, состоящей из аккумуляторов		Количество аккумуляторов в батарее	Номинальное напряжение батареи в *в*	Номинальная ёмкость батареи в *а-ч*	Сила тока и напряжение при							Размеры батареи в *мм*				Количество электролита в батарее в *л*	Вес в *кг* с электролитом батареи, состоящей из аккумуляторов	
					нормальном режиме заряда (6-часовом)			8-часовом разряде		1-часовом разряде		Длина		Ширина	Высота			
кадмиево-никелевых	железо-никелевых				Сила тока в *а*	Наименьшая ёмкость, сообщаемая батарее при заряде, в *а-ч*	Напряжение заряженной батареи в *в*	Сила тока в *а*	Напряжение в в конце разряда в *в*	Сила тока в *а*	Напряжение в конце разряда в *в*	без ручек	с ручками				кадмиево-никелевых	железо-никелевых
32-АКН-2,25	—	32	40	2,25	0,56	3,36	41,6	0,28	32	2,25	16	525	590	165	168	1,35	14,2	—
64-АКН-2,25	—	64	80	2,25	0,56	3,36	83,2	0,28	64	2,25	32	525	580	332	168	2,7	28,6	—
4-НКН-10Г	—	4	5	10	2,5	15	5,2	1,25	4	10	2	155	—	91	128	0,48	3,1	—
4-НКН-10С	—	4	5	10	2,5	15	5,2	1,25	4	10	2	183	—	76	128	0,48	3,1	—
5-НКН-10	—	5	6,25	10	2,5	15	6,5	1,25	5	10	2,5	190	—	91	128	0,6	3,84	—
10-НКН-22М	10-ЖН-22М	10	12,5	22	5,5	33	13,0	2,75	10	22	5	465	536	148	252	2,7	21	21,6
17-НКН-22	17-ЖН-22	17	21,25	22	5,5	33	22,1	2,75	17	22	8,5	435	475	300	252	4,6	35	36
2-НКН-45М	2-ЖН-45М	2	2,5	45	11,25	67,5	2,6	5,65	2	45	1	171	241	148	252	0,9	7,8	8,1
3-НКН-45М	3-ЖН-45М	3	3,75	45	11,25	67,5	3,9	5,65	3	45	1,5	238	308	148	252	1,35	11,2	11,6
4-НКН-45М	4-ЖН-45М	4	5	45	11,25	67,5	5,2	5,65	4	45	2	305	375	148	252	1,8	14,5	14,5
4-НКН-45	—	4	5	45	11,25	67,5	5,2	5,65	4	45	2	305	345	163	252	1,8	14	—
5-НКН-45	5-ЖН-45	5	6,25	45	11,25	67,5	6,5	5,65	5	45	2,5	372	412	163	252	2,25	17	17,7
6-НКН-45М	6-ЖН-45М	6	7,5	45	11,25	67,5	7,8	5,65	6	45	3	440	510	148	252	2,7	21	21,2
7-НКН-45М	7-ЖН-45М	7	8,75	45	11,25	67,5	9,1	5,65	7	45	3,5	508	578	148	252	3,15	24	24,9
8-НКН-45М	8-ЖН-45М	8	10	45	11,25	67,5	10,4	5,65	8	45	4	575	645	148	252	3,6	26,9	27,9
10-НКН-45	10-ЖН-45	10	12,5	45	11,25	67,5	13,0	5,65	10	45	5	707	747	167	252	4,5	33,5	34,8
17-НКН-45	17-ЖН-45	17	21,25	45	11,25	67,5	22,1	5,65	17	45	8,5	640	680	305	252	7,65	53	55,3
4-НКН-60М	4-ЖН-60М	4	5	60	15	90	5,2	7,5	4	60	2	262	332	170	388	3	23,5	24,2
5-НКН-60М	5-ЖН-60М	5	6,25	60	15	90	6,5	7,5	5	60	2,5	315	355	185	388	3,75	29	29,9
7-НКН-60М	7-ЖН-60М	7	8,75	60	15	90	9,1	7,5	7	60	3,5	436	506	170	388	5,25	39	39,2
10-НКН-60М	10-ЖН-60М	10	12,5	60	15	90	13,0	7,5	10	60	5	600	670	170	388	7,5	56	57,8
4-НКН-100М	4-ЖН-100М	4	5	100	25	150	5,2	12,5	4	100	2	374	444	178	388	4,8	33	34,2
5-НКН-100М	5-ЖН-100М	5	6,25	100	25	150	6,5	12,5	5	100	2,5	459	529	178	388	6	38,5	40,0
10-НКН-100М	10-ЖН-100М	10	12,5	100	25	150	13,0	12,5	10	100	5	884	954	178	388	12	75	78,0
10-НКН-100	—	10	12,5	100	25	150	13,0	12,5	10	100	5	884	904	198	388	12	75	—
—	80-ЭЖН-350	80	100	350	90	540	104	43,75	80	350	40	2 829	—	904	590	360	—	2 030
—	96-ЭЖН-350	96	120	350	90	540	124,8	43,75	96	350	48	2 829	—	1 110	590	432	—	2 430

последней. Преимущество противоэлементов по сравнению с реостатами заключается в малой зависимости напряжения противоэлементов от величины тока нагрузки.

Противоэлементы применяются кислотные и щелочные. Кислотные противоэлементы устраиваются так же, как и кислотные аккумуляторы, но пластины их делаются из чистого свинца и не имеют активной массы [39]. Напряжение одного кислотного противоэлемента составляет от 2,6 до 2,9 *в* в зависимости от величины тока.

Щелочные противоэлементы имеют железные пластины и электролит из раствора едкого калия [39]. Они имеют следующие преимущества перед кислотными: значительно больший срок службы, удобное включение и выключение из цепи питания (их можно замыкать накоротко) и меньшее напряжение, что позволяет осуществлять более точную регулировку.

Расчётное напряжение щелочного противоэлемента принимается равным 2 *в* на элемент.

Выбор противоэлементов любого типа производится по наибольшей величине аварийного разрядного тока из расчёта удельной плотности тока в 3—5 $а/дм^2$.

Особенности применения щелочных железо-никелевых аккумуляторов в электропитающих установках узлов связи. Щелочные железо-никелевые аккумуляторы отличаются от кислотных следующими особенностями.

1. Среднее рабочее напряжение их составляет только 1,2 *в*, тогда как у кислотных аккумуляторов оно достигает 2 *в*.

2. Напряжение у щелочных аккумуляторов в процессе заряда и разряда испытывает гораздо большие колебания, чем у кислотных.

3. При буферной работе напряжение на каждом железо-никелевом аккумуляторе должно быть равно 1,52÷1,56 *в*. При этом аккумуляторы должны периодически (1—2 раза в месяц) подзаряжаться нормальным зарядным током.

Исходя из указанных выше особенностей работы щелочных аккумуляторов, можно наметить следующие пути их использования в электропитающих установках узлов связи:

а) при небольшой мощности электропитающих установок (не более 100 ÷ 200 *вт*) железо-никелевые аккумуляторы можно применять в режиме «заряд—разряд», при большей мощности установок необходимо пользоваться буферными режимами;

б) для уменьшения колебания напряжения аккумуляторных батарей в процессе разряда целесообразно применять аккумуляторные батареи большой ёмкости и разряжать их не полностью, а частично, тогда напряжение батарей будет падать меньше и колебания его не будут выходить за пределы допускаемых норм;

в) для ещё большего уменьшения колебаний напряжения аккумуляторных батарей в процессе разряда рекомендуется применять противоэлементы, или угольные регуляторы напряжения.

Преобразователи

Для питания устройств связи применяются преобразователи следующих видов: мотор-генераторы, ртутные, сухие и ламповые выпрямители.

Мотор-генераторы представляют собой весьма дешёвые и надёжные преобразователи. Срок службы их определяется в 20—25 лет. Однако наличие в них подвижных частей является очень большим эксплоатационным недостатком, обусловливающим необходимость постоянного надзора за их работой. Вследствие этого они применяются на транспорте для питания наиболее мощных установок связи (АТС и моторные цепи телеграфа). Во всех других цепях питания их вытесняют сухие (купроксные и селеновые) выпрямители, не имеющие никаких подвижных частей и не требующие постоянного ухода. Ртутные выпрямители применяются главным образом для зарядки аккумуляторов. Ламповые выпрямители (кенотронные, газотронные и тиратронные) имеют применение главным образом для питания аппаратуры или отдельных цепей, требующих высокого напряжения при малой величине потребляемого тока (например, цепи посылки селекторного вызова и т. п.).

Мотор-генераторы для зарядки и буферной работы

Зарядный, так же, как и зарядно-буферный агрегат, состоит из электродвигателя трёхфазного тока и шунтового генератора постоянного тока, установленных на общей фундаментной плите и соединённых эластичной муфтой.

Напряжение генератора определяется из расчёта обеспечения заряда батарей с пределами регулировки от $U_{min} = 2n$ до $U_{max} = 2{,}8n$ для кислотных аккумуляторов и от $U_{min} = 1{,}2n$ до $U_{max} = 1{,}8n$ — для щелочных аккумуляторов, где n — число аккумуляторов в заряжаемой батарее.

Шунтовые реостаты зарядно-буферных мотор-генераторов допускают регулировку напряжения ступенями не более 2% номинального напряжения и притом без понижения мощности генератора, если отдаваемый ток заключается в пределах от 25 до 125% номинальной величины.

Псофометрическое напряжение шума на зажимах машины не превосходит 0,8% номинального напряжения генератора.

Данные зарядных и зарядно-буферных агрегатов для телефонных станций приведены в табл. 287 и 288.

Таблица 287

Зарядные агрегаты для напряжений 115/160 *в* и 230/260 *в*

Электродвигатель			Генератор		Вес агрегата в *кг*
Тип	Мощность в *квт*	Напряжение в *в*	Тип	Мощность в *квт*	
АД-31/4	1,9	220/380	ПН-28,5	1,5	187
АД-41/4	3,2	220/380	ПН-45	2,6	223
АД-42/4	5,1	127/220	ПН-68	4,1	275
АД-52/4	7,9	127/220	ПН-85	6,5	347
АД-62/4	12,7	220/380	ПН-100	10,5	517

Примечания. 1. Синхронное число оборотов в минуту для двигателя — 1 500.
2. Напряжение генераторов — 115/160 *в* и 230/320 *в*.

Таблица 288

Зарядно-буферные мотор-генераторы для телефонных станций

Генератор					Тип электродвигателя	К.п.д. агрегата в %	cos φ	Тип регулировочного реостата	Вес агрегата в *кг*
Тип	Мощность в *квт*	Напряжение в *в*	Наибольший ток в *а*	Число оборотов в минуту					
3 Д-4/30	4	24÷36	166÷111	1 420	МКБ-7/4	61,2	0,863	РШ-2	350
3 Д-7,5/30	7,5	24÷36	312÷208	1 470	МКМБ-15/4	67,4	0,871	РШ-2	570
3 Д-7,5/60	7,5	48÷72	156÷104	1 450	МКМБ-15/4	68,2	0,871	РШ-2	570
3 Д-12,5/60	12,5	48÷72	260÷173	1 460	МКБ-18/4	70,0	0,873	РШ-2	630
3 Д-14/60	14	48÷72	290÷195	1 460	МКБ-19/4	70,0	0,875	РШ-3	792

Вызывные и сигнальные агрегаты

Вызывной агрегат представляет собой электродвигатель переменного или постоянного тока, укреплённый на общей станине с генератором переменного тока, используемым для посылки индукторного вызова на телефонных станциях и в линейно-аппаратных залах. Электрические данные вызывных агрегатов, выпускаемых промышленностью, приведены в табл. 289.

Сигнальный агрегат представляет собой вызывной агрегат, на котором, кроме генератора индукторного тока, смонтировано несколько генераторов зуммерного тока разных частот и прерывателей, которые прерывают токи генераторов в определённой последовательности. Такие агрегаты служат для питания вызывных и сигнальных цепей АТС. Конструкции, схемы и электрические данные этих агрегатов определяются системами АТС, для питания которых они предназначаются.

Ртутные выпрямители и колбы

В хозяйстве связи железнодорожного транспорта применяются только ртутные выпрямители со стеклянными колбами. Основное назначение этих выпрямителей — зарядка аккумуляторов.

Выпрямительные колбы. Стеклянная выпрямительная колба составляет основную часть ртутного выпрямителя. Колбы разделяются по числу анодов (двух- и трёханодные) и по максимально допускаемому выпрямленному току (от 6 до 100 *а*). Кроме того, часть колб имеет добавочные аноды независимого возбуждения. В таких выпрямителях горение дуги не прекращается при перерывах нагрузки. Отечественная промышленность выпускает следующие типы колб: 2В-6, 2В-12, 2В-20, 3В-30, 2ВН-12, 2ВН-20, 3ВН-30, 3ВН-60 и 3ВН-100. Первая цифра в обозначении колбы указывает на число рабочих анодов, последняя цифра указывает на максимальный допускаемый ток в амперах. Буква Н в обозначении колбы указывает на наличие анодов независимого возбуждения.

Срок службы стеклянных колб не менее 2 000 час. при номинальной нагрузке. Однако правильный уход и отсутствие перегрузок дают возможность значительно повысить этот срок.

Ртутные выпрямители. До 1941 г. отечественной промышленностью выпускались ртутные выпрямители типа УРВ, предназначавшиеся для преобразования однофазного или трёхфазного переменного тока напряжением 127, 220 и 380 *в* и частотой 50 *гц* в постоянный ток в пределах от 6 до 200 *а* при напряжении от 4 до 230 *в*. Выпрямительные агрегаты разделяются в зависимости от их назначения на следующие группы:

а) группа С (силовые) — для питания сетей постоянного тока;

б) группа А (аккумуляторные) — для автоматического заряда аккумуляторных

Таблица 289

Электрические данные вызывных агрегатов

Тип агрегата	Электродвигатель				Генератор			
	Тип	Род тока	Напряжение в *в*	Мощность в *квт*	Напряжение в *в*	Ток в *а*	Частота *f*	Число оборотов в минуту
П-0,25	П-0,15	Постоянный	24 или 48	0,15	80÷100	0,5	16	960
	И2-20/6 3-ФТ	Переменный	127/220 или 220/380					
П-1	П-0,65	Постоянный	24 или 48	0,65	80÷100	3	16	960
	И2-21/6 3-ФТ	Переменный	127/220 или 220/380	1,3				

батарей, эксплоатируемых по методу «заряд—разряд»;

в) группа АК (аккумуляторные с регулировкой напряжения посредством коммутатора) — для заряда аккумуляторных батарей с возможностью одновременного питания нагрузки, присоединённой параллельно батарее;

г) группа АС (зарядно-силовые) — для применения в качестве силовых или зарядных [70].

Данные ртутных выпрямительных установок, выпускаемых в настоящее время, приведены в табл. 290.

Сухие выпрямители

Сухие выпрямители имеют большие преимущества по сравнению со всеми другими видами выпрямителей и поэтому область их применения в хозяйстве связи непрерывно расширяется. Различают несколько систем сухих выпрямителей, из которых наибольшее распространение получили выпрямители купроксные и селеновые. Сухие выпрямители применяются для зарядки аккумуляторов, для буферного питания устройств связи совместно с аккумуляторами и для самостоятельного питания устройств связи без аккумуляторов. Всякая сухая выпрямительная установка состоит из силового трансформатора, выпрямительной части, регулирующего устройства (ручного или автоматического) и сглаживающего дросселя (в том случае, если установка предназначена для питания устройств связи).

Выпрямительная часть образуется из выпрямительных столбиков, включаемых по однофазной мостовой схеме или по трёхфазной схеме Ларионова. Столбики составляются из отдельных выпрямительных элементов, надетых на изолированный железный стержень и стянутых гайками. Купроксный выпрямительный элемент представляет собой пластинку красной меди прямоугольной или круглой формы с отверстием посредине, покрытую тонким слоем закиси меди Cu_2O и графитом. К графитированной поверхности прижимается свинцовая пластинка, служащая для получения хорошего контакта с поверхностью закиси меди. Купроксный элемент пропускает ток от закиси меди к меди и не пропускает тока в обратном направлении. Максимальное напряжение, которое может быть приложено к одному купроксному элементу в непроводящем направлении, составляет 3—4 *в*. Допустимая плотность тока в проводящем направлении не превышает 50 *ма/см*^{2}. Максимальная допустимая температура для купроксных выпрямителей составляет 40° С.

Селеновый выпрямительный элемент состоит из стальной или алюминиевой пластинки, покрытой с одной стороны тонким слоем селена, поверх которого наносится особый легкоплавкий металлический сплав, служащий для образования контакта с селеном. Селеновый элемент пропускает ток от селена к легкоплавкому слою и не пропускает его в обратном направлении. Электрические характеристики селеновых выпрямительных элементов лучше, чем характеристики купроксных элементов. Максимальное напряжение, которое может быть приложено в непроводящем направлении, составляет 12—15 *в*. Допустимая плотность тока в проводящем направлении составляет 50 *ма* на 1 *см*^{2} активной поверхности пластины. Максимальная допустимая температура пластин составляет +75° С.

Выпрямительные элементы в столбике соединяются последовательно в том случае, когда выпрямляемое напряжение превосходит допускаемое напряжение для одного элемента, и параллельно в том случае, когда выпрямляемый ток превосходит максимальный допускаемый ток для одного элемента. Возможно также смешанное включение элементов.

В настоящее время купроксные выпрямители выпускают главным образом для нужд хозяйства СЦБ железнодорожного транспорта.

Таблица 290

Ртутные выпрямительные установки

Тип	Сторона выпрямленного тока		Сторона переменного тока						Наличие системы возбуждения	Тип колбы	Размеры в *мм*			Вес в *кг*
	Напряжение в *в*	Ток в *а*	Число фаз	Напряжение в *в*	Ток в *а*	Мощность в *ква*	cos φ	К. п. д. в %			Длина по фасаду	Ширина	Высота	
ВАР-1	12 или 24	6	1	127/220	2,9/4,8	0,37/0,6	0,58/0,53	34/45	Нет	2В-6	420	220	520	32
ВАР-3	12 или 24	12	1	127/220	4,8/7,6	0,61/0,96	0,69/0,65	34/46	»	2В-12	440	320	750	50
ВАР-6	12 или 24	20	1	127/220	7,5/11,2	0,95/1,42	0,70/0,69	39/49	»	2В-20	525	430	1 110	65
ВАР-9А	120	20	3	220/380	15	5,7	0,57	71	»	3В-30	525	540	1 270	170
ВАР-14	120	30	3	220/380	23	8,9	0,57/0,53	71	»	3В-30	525	540	1 270	170
ВАР-16	24 и 80	30/6	3	220/380	6,7/7,3	2,5/1,6	0,57/0,53	50/56	Есть	3ВН-30	525	540	1 270	185
ВАР-24	120	60	3	220/380	46	18	0,56	74	»	3ВН-60	730	720	2 050	—
ВАР-33	275	100	3	220/380	112	42,7	0,75	86	»	3ВН-100	730	720	2 050	500

Для питания устройств связи применяют большей частью селеновые выпрямительные установки различных типов.

Селеновые выпрямительные установки

Селеновые выпрямительные установки разделяются на два типа: выпрямители типа ВСА, имеющие общее назначение и не предназначенные для непосредственного питания устройств связи, и выпрямители типа ВСК.

Характеристики селеновых выпрямительных столбиков для установок приведены в табл. 291, обозначения размеров—на фиг. 432.

Данные выпрямительных установок типа ВСА («выпрямитель селеновый для зарядки аккумуляторов») приведены в табл. 292.

Для буферной работы выпрямители типа ВСА не приспособлены, так как в них отсутствуют автоматическая регулировка напряжения и сглаживающие дроссели. Однако их можно всё же использовать для буферной работы в режиме среднего тока, добавив к ним сглаживающие дроссели.

Таблица 291

Селеновые выпрямительные столбики
(по ТУ 404-48)

Тип выпрямительного столбика	№ чертежа	Размеры в *мм*			Количество элементов в столбике			Электрические параметры выпрямительных столбиков		
									Выпрямление	
		L	*l*	*D*	последовательных	параллельных	всего	Подвод *U* в *в*	*U* в *в*	*I* в *а*
ВС-18-7	С-4166	85	62	18	16	—	16	288	96	0,04
ВС-18-8	С-4167	85	62		4	—	6	72	48	0,075
ВС-18-9	С-4165	95	74		20	—	20	360	120	0,04
ВС-18-11	С-4422	95	75		18	—	18	324	120	0,04
ВС-18-12	С-4389	55	30		1	—	4	18	12	0,075
ВС-18-13	С-4388	70	43		2	—	8	36	24	0,075
ВС-18-26	С-5072	100	78		10	—	20	360	130	0,04
ВС-25-4	С-4161	80	58	25	6	—	12	216	72	0,075
ВС-25-5	С-4162	95	72		8	—	16	288	96	0,075
ВС-25-7	С-4387	70	49		4	—	8	144	48	0,075
ВС-25-6	С-4168	100	78		18	—	18	324	108	0,075
ВС-25-8	С-4368	85	65		3	—	12	54	39	0,15
ВС-25-21	С-5070	125	105		12	—	24	432	160	0,075
ВС-35-12	С-4163	100	78	35	6	—	12	216	72	0,15
ВС-35-13	С-4164	120	100		8	—	16	288	96	0,15
ВС-36-16	С-4199	120	90		7	—	14	262	84	0,15
ВС-35-16	С-4392	145	124		10	—	20	360	120	0,15
ВС-35-17	С-4369	100	80		3	—	12	54	39	0,3
ВС-45-46	С-4390	135	108	45	2	2	16	36	24	1,2
ВС-45-48	С-4394	120	98		14	—	14	252	84	0,3
ВС-45-77	С-5073	185	165		13	—	26	468	170	0,3
ВС-45-78	С-5071	85	64		2	—	8	36	25	0,8
ВС 45-76	С-4820	130	105		15	—	15	270	102	0,3
ВС-27	С-4443	295	265	100	3	8	24	54	18	10
ВС-28	С-4442	220	195		17	—	17	306	100	1,25
ВС-33	С-4933	300	270		2	2	16	30	20	6
ВС-35	С-4818	95	66		1	—	4	18	12	3
ВС-54	С-5062	195	157		14	—	14	252	90	1,26
ВС-30	С-4461*	365	335		2	12	24	36	12	15

* ТУ 401-48.

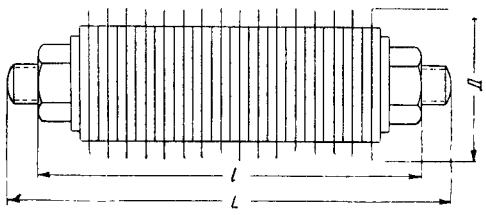
Таблица 292

Селеновые выпрямительные установки

Тип выпрямителя	Выпрямленные		Напряжение питающей сети (ток однофазный) в *в*	Регулировка	Размеры в *мм*			Вес в *кг*
	напряжение в *в*	максимальный ток в *а*			Длина	Ширина	Высота	
ВСА-1	6/9	12/6	120/220	Нет	320	328	158	20
ВСА-2	7,5	3×5	220/380	»	310	240	168	—
ВСА-3М	0,5÷80	От 0,25 до 8	120/220	Плавная при помощи регулятора с магнитным шунтом	460	336	660	72
ВСА-4	До 240	До 2	120/220	Нет	560	318	550	65
ВСА-5	36÷64	До 12	120/220	Плавная при помощи автотрансформатора типа «Вариак»	560	318	550	65
ВСА-6М	12 или 24	До 24	120/220	Нет	560	318	550	65
ВСАП-2	26÷46	70	220/380	При помощи элементного коммутатора	750	600	1 000	180

Данные выпрямительных установок типа ВСК указаны в табл. 293.

Выпрямители типа ВСК представляют собой наиболее совершенные установки для питания устройств связи. Они являются элементами так называемой блочной системы электропитания узлов связи, при которой установка для питания узла связи любого типа и мощности может быть составлена из отдельных выпрямителей типа ВСК, специально подобранных по напряжению и мощности. Этому способствует конструкция выпрямителей ВСК, выполненных в виде железных шкафов,



Фиг. 432. Обозначения размеров селеновых выпрямительных столбиков (к табл. 291)

которые можно устанавливать в любом количестве в один или несколько рядов. Габариты шкафов для установок мощностью 1,1 *квт* составляют: ширина по фасаду 500 *мм*, глубина 800 *мм*, высота 2 250 *мм*. Установки большей мощности имеют соответственно 1 000, 800 и 2 250 *мм*. Установки мощностью 1,1 *квт* и 2,2 *квт* имеют по два выпрямителя в одном шкафу, а установки мощностью 9 *квт* имеют один выпрямитель. В шкафах также монтируются все необходимые коммутационные регулирующие, измерительные, защитные и сигнальные приборы, вследствие чего они не требуют установки дополнительных зарядно-разрядных щитов.

Выпрямители типа ВСК снабжены автоматическими стабилизаторами напряжения, поддерживающими номинальное напряжение на зажимах нагрузки с точностью не ниже 2% при колебаниях напряжения в сети в пределах 80—105% номинального значения и при изменениях нагрузки от 0 до 100% номинальной величины, а также сглаживающими фильтрами. Выпрямители типа ВСК пригодны для буферного питания в режиме непрерывного подзаряда.

Индекс стационарных аккумуляторных батарей, включаемых для совместной буферной работы с выпрямителями типа ВСК, не должен быть ниже $n = \frac{i_в}{18{,}5}$, где n — индекс аккумуляторов, $i_в$ — максимальный ток выпрямительного устройства. Без буферных батарей выпрямители работать не могут.

В комплект блочной системы входит ещё так называемый щит переменного тока, представляющий собой шкаф, в котором расположено коммутационное оборудование сети переменного тока, питающей данную установку. Этот щит устанавливается с одной стороны ряда выпрямителей ВСК.

Кроме выпрямительных установок типа ВСА и ВСК, некоторое применение для питания аппаратуры связи на железнодорожном транспорте имеют селеновые выпрямительные установки типа НТС, РЕ-64 и РЕ-65 (для питания небольших телефонных станций) и др.

Кенотронные, газотронные и тиратронные выпрямительные установки

Общие сведения. Кенотроны — вакуумные приборы, имеющие два электрода — накаливаемый катод и анод. Устройство газотронов подобно устройству кенотронов с той разницей, что внутренность газотронов заполнена насыщенным паром ртути. Иногда газотроны заполняются аргоном под давлением в несколько миллиметров и называются в этом случае тунгарами. Тиратроны отличаются от газотронов наличием в них добавочных электродов — управляющих сеток.

Кенотронные, газотронные и тиратронные выпрямители, применяемые для питания аппаратуры связи, обычно монтируются по схеме двухтактного выпрямителя однофазного тока. Газотронные выпрямители включаются

Таблица 293

Селеновые выпрямительные установки типа ВСК

Тип выпрямительного устройства	Количество выпрямителей	Сторона выпрямленного тока					Сторона постоянного тока				Псофометрическое напряжение шума в *мв*
		Максимальная мощность каждого выпрямителя в *квт*	Выпрямленное напряжение в *в*		Выпрямленный ток каждого выпрямителя в *а*		Напряжение в *в*	Потребляемый ток при полной нагрузке в *а*	Коэфициент полезного действия	cos φ при номинальных данных	
			номинальное	максимальное	минимальный	максимальный					
ВСК-2-36/30	2	1,1	26	36	5,0	30,0	220/380	6,5/3,8	0,60	0,70	1,5
ВСК-2-340/3,25	2	1,1	240	340	0,6	3,25	220/380	6,5/3,8	0,65	0,70	40
ВСК-2-160/13,5	2	2,2	120	160	1,5	13,5	220/380	13,0/7,5	0,63	0,72	60
ВСК-2-36/60	2	2,2	26	36	10,0	60,0	220/380	13,0/7,5	0,60	0,70	1,5
ВСК-2-340/6,5	2	2,2	240	340	1,2	6,5	220/380	13,0/7,5	0,68	0,70	40
ВСК-1-36/250	1	9,0	26	36	40,0	250,0	200/380	47,0/27,0	0,63	0,74	1,5
ВСК-1-340/26	1	9,0	240	340	5,0	26,0	220/380	47,0/27,0	0,68	0,71	40
ВСК-1-85/106	1	9,0	65	85	20,0	106,0	220/380	47,0/27,0	0,63	0,71	5
ВСК-1-106/56	1	9,0	120	160	19,0	56,0	220/380	47,0/27,0	0,65	0,71	60

также по мостовой схеме. Выпрямительные устройства, применяемые для непосредственного питания устройств телефонной связи должны иметь сглаживающий дроссель. В выпрямителях, служащих только для зарядки аккумуляторов (обычно газотронные выпрямители), дроссели отсутствуют.

Регулировка выпрямленного напряжения может производиться либо путём изменения числа витков вторичной обмотки силового трансформатора, питающего анодную цепь, либо путём изменения сопротивления, включённого последовательно в цепь выпрямленного тока. Регулировка путём изменения тока накала не допускается.

Кенотронные выпрямители. Эти выпрямители рекомендуется применять для питания таких устройств связи, которые потребляют небольшой ток (до 100—200 *ма*) при сравнительно большом напряжении (до 200—300 *в*). Чаще всего они применяются для питания анодных цепей различных ламповых установок. Возможно также применение их для питания вызывных цепей установок селекторной связи.

Общим недостатком кенотронных выпрямителей является их большое внутреннее сопротивление.

Данные основных типов маломощных кенотронов, выпускаемых промышленностью, приведены в табл. 294.

Таблица 294

Маломощные кенотроны

Тип	Число анодов	Напряжение накала в *в*	Ток накала в *а*	Наибольшее переменное напряжение на аноде в *в*	Наибольший выпрямленный ток в *ма*	Размеры в *мм*	
						Длина	Диаметр
ВО-188*	2	4	2,05	1 300	155	145	52
ВО-230*	1	4	0,7	900	50	118	41
ВО-239*	2	4	2,05	1 800	180	—	—
5Ц4С**	2	5	2,0	1 400	125	82,5	33
5U6C*	2	5	3,0	1 550	225	—	—
30Ц6С**	2	30	0,3	—	90	82,5	33

* Тип катода прямого накала.
** Тип катода косвенного накала.

Газотронные выпрямители. Выпрямители этого рода обладают значительно большей мощностью, чем кенотронные, и находят широкое применение в радиотехнике.

В области проводной связи они иногда применяются для зарядки аккумуляторов и буферного питания небольших телефонных станций. Однако в этой области они вытесняются в настоящее время более удобными селеновыми выпрямителями.

Данные основных типов низковольтных газотронов приведены в табл. 295.

Тиратронные выпрямители. Тиратронные выпрямители допускают лёгкую ручную и автоматическую регулировку выпрямленного напряжения путём изменения угла отсечки выпрямленного тока.

Данные отечественных тиратронов приведены в табл. 296.

Резервные электрические станции с двигателями внутреннего сгорания (блок-станции)

Общие сведения. Собственные электрические станции устанавливаются при предприятиях связи для резервирования подачи электрической энергии, необходимой для питания аппаратуры связи.

Если подача электрической энергии от местной сети осуществляется в течение полных суток, то оборудуется резервная электрическая станция, состоящая из двигателя внутреннего сгорания и непосредственно или при помощи ремённой передачи связанного с ним электрического генератора такого напряжения и рода тока, которые имеет основная питающая электрическая сеть. Если же подача электрической энергии от местной сети происходит не круглые сутки или если отсутствует местная сеть, электростанция при предприятии связи оборудуется двумя двигателями внутреннего сгорания, соединёнными с генераторами. При отсутствии местной питающей сети генераторы электростанции могут быть или постоянного или переменного тока. Электростанции постоянного тока применяются в тех случаях, когда их энергия используется для зарядки аккумуляторов. Иногда в этом случае генераторы снабжаются двумя коллекторами, дающими возможность получать два различных напряжения. Электростанции с

Таблица 295

Газотроны

Тип газотрона	Количество анодов	Напряжение накала в *в*	Ток накала в *а*	Наибольшее допустимое значение обратного напряжения в *в*	Наибольший выпрямленный ток в *а*	Падение напряжения в *в*	Время прогрева в минутах	Средний срок службы в часах	Наполнение
ВГ-129	1	2,5	9	5 000	0,5	15	3	1 500	Пары ртути
ВГ-161	1	2,5	6	2 500	0,3	14	3	1 500	То же
ВГ-176	2	2,5	11	150	6	14	0,5	1 000	Инертный газ
ВГ-236	1	2,5	20	7 000	1,3	16	5	2 000	Пары ртути
ВГ-0,25/1500	2	5	3	1 650	0,25	18	0,1	500	То же
ВГ-1,5/5 000	1	2,5	8,5	5 000	0,5	20	1	800	Инертный газ

Таблица 296

Тиратроны

Тип тиратрона	Напряжение накала в *в*	Ток накала в *а*	Падение напряжения в *в*	Наибольшее напряжение зажигания в *в*	Наибольшая амплитуда обратного напряжения в *в*	Наибольшее отрицательное значение запирающего сеточного напряжения в *в*	Наибольший выпрямленный ток в *а*	Средний срок службы в часах	Пределы окружающей температуры в °С	Время прогрева в минутах
ТГ-212	5	2,3	27	30	300	20	0,125	500	−20 ÷ +50	1
ТГ-213	2,5	9,0	25	50	500	15	0,5	500	−20 ÷ +50	0,7
ТГ-235	5	12,5	25	70	700	16	1,5	500	−20 ÷ +50	0,7
884	6,3	0,6	16	—	350	—	0,075	—	−50 ÷ +50	0,5
ТГ-1050	6,3	0,6	11	—	450	—	0,1	250	−60 ÷ +70	0,2
ТГ-2050	6,3	0,6	8	—	1 300	—	0,1	—	−50 ÷ +50	0,5
ТГИ-100/12000	5	20	50	—	1 200	1 000	0,1	500	−20 ÷ +50	10

генераторами постоянного тока чаще всего изготовляются передвижного типа и имеют небольшую мощность. Электростанции с генераторами переменного, обычно трёхфазного, тока применяются при буферном способе питания.

Типы резервиых электростанций. В настоящее время заводами транспортного машиностроения выпускаются небольшие передвижные электростанции, данные которых указаны в табл. 297.

Эти электростанции могут быть использованы в качестве резервных электростанций для узлов связи.

Таблица 297

Передвижные электростанцин

Тип станции	Тип двигателя	Тип генератора	Мощность в *квт*	Напряжение в *в*	Вес в *кг*
ЖЭС-2	В-3	СГД-2	2	133/230	120
ЖЭС-3,5	Л-6/2	ГП-3,5	3,2	230	220
ЖЭС-4,5	Л-6/2	СГД-4,5	4,5	133/230	360
ЖЭС-10	Л-12/2	СГД-10	10	133/230	600
ЖЭС-30	1-МА	СГ-30	30	230/400	2 500
ЖЭС-30Г	Д-2Г	СГ-30	30	230/400	2 800
ЖЭС-50	М-17	СГ-50	50	230/400	4 500

Примечание. Ток ЖЭС-3,5 — постоянный, остальных станций—переменный трёхфазный.

Таблица 298

Характеристики электростанций типа ЧА 10,5/13-2

Элемент характеристики	Дизель	
	1Ч 10,5/13-2	2Ч 10,5/13-2
Генератор	АПНТ-85	С-81-4
Род тока	Трёхфазный	Трёхфазный
Напряжение в *в*	230/400	230/400
Мощность в *квт*	7.2	12
Вес в *кг*	560	775

Электростанция типа ЖЭС-30Г имеет газогенераторную установку.

Мелитопольский дизелестроительный завод им. Микояна выпускает стационарные электростанции типа 1ЧА 10,5/13-2 и 2ЧА 10,5/13-2, которые также могут быть использованы в качестве блок-станций. Данные этих агрегатов указаны в табл. 298.

Виды применяемого горючего для двигателей и его расход в граммах на 1 *квт-ч* приведены в табл. 299.

Таблица 299

Горючее для двигателей разных типов

Тип двигателя	Вид горючего	Расход в *г* на 1 *квт-ч*
М-17	Соляровое масло	360
10,5/13-2	Соляровое масло	
1-2ЧА	или дизельное топливо	—
1-МА	Керосин	520
Д-2Г	Древесные чурки твёрдых пород	1 600
Л-12/2	Бензин 2-го сорта	600
Л-6/2	То же	585
В-3	» »	—
Л-3		

Из числа передвижных электростанций с генераторами постоянного тока небольшой мощности для энергоснабжения предприятий связи могут быть использованы электростанции, указанные в табл. 300.

Коммутационное и распределительное оборудование

Общие сведения. Устройства связи железнодорожной станции или узла обычно размещаются совместно в одном здании. В этом же здании устанавливается и оборудование, необходимое для электропитания этих устройств.

Питание устройств связи, располагаемых в одном здании, осуществляется, как правило, от объединённых электропитающих установок. Объединение этих установок и распределение электрической энергии по отдельным цехам

Таблица 300

Передвижные электростанции постоянного тока

Тип агрегата	Тип двигателя	Тип генератора	Мощность генератора в *квт*	Напряжение в *в*	Максимальный ток в *а*	Число коллекторов
1,5-ЭС-1*	Л-3	ПН-16	1,5	120	12,5	1
1,5-ЭС-2*	Л-6/2	ПН-28,5	3	120	25	1
1,5-ЭС-4*	В-3	ЗДН-1500	1,5	60 60	12,5 12,5	2
1,5-ЭС-3**	Л-3	ЗДН-1000	1,5	36 120	25 1,5	2

* На тележке.
** На раме.

узла связи (телефонная станция, телеграф, линейно-аппаратный зал и т. п.) осуществляется на зарядно-разрядном щите (ЗРЩ). На этом же щите производится переключение аккумуляторных батарей на заряд и разряд, а также переключение действующих и запасных зарядных агрегатов и резервной электрической станции. Наконец, на ЗРЩ монтируются контрольные, предохранительные и регулирующие приборы, позволяющие управлять всем электропитающим оборудованием.

Устройство и схема ЗРЩ зависят от принятой системы электропитания.

В узлах транспортной связи значительное распространение имеют типовые ЗРЩ завода Транссвязь.

При применении селеновых выпрямительных установок типа ВСК для питания устройств связи надобность в установке отдельных ЗРЩ отпадает, так как эти выпрямительные установки конструируются таким образом, что все приборы, необходимые для распределения, коммутации, контроля и защиты, монтируются на передней стороне шкафа выпрямителя. Таким образом, передние стороны ряда выпрямительных шкафов как бы образуют полный зарядно-разрядный щит. Такое совмещение ЗРЩ с выпрямительным оборудованием обусловливает значительную экономию места в генераторном помещении.

Зарядно-разрядные щиты завода Транссвязь. Заводом Транссвязь МПС изготовляются типовые стальные панели ЗРЩ, комбинируя которые, можно собрать ЗРЩ для любого узла связи. Эти панели монтируются преимущественно по схемам, предусматривающим питание аппаратуры связи по системе «заряд—разряд». Наиболее употребительные из этих панелей перечислены в табл. 301. (Схемы их см. [7]).

Распределение питания по отдельным приборам в каждом цехе узла связи производится с помощью специальных устройств. На центральных и междугородных телефонных станциях для этой цели используются токораспределительные щитки, в линейно-аппаратном зале — стойка питания, в телеграфе — линейно-батарейный коммутатор. Основные сведения об этих устройствах приведены в соответствующих главах данного тома.

Таблица 301

Типовые панели зарядно-разрядных щитов завода Транссвязь

Название панели	Заводской номер
Панель питания линейных телеграфных цепей	371
Комбинированная панель питания линейных телеграфных цепей и анодных цепей (или вызывных цепей селекторной связи)	372
Панель питания анодных цепей или вызывных цепей избирательной связи	373
Панель для заряда нескольких аккумуляторных батарей	374
Панель буферного питания центральных телефонных станций	375
Панель питания малых телефонных станций	376
То же (вариант)	377
Панель питания моторно-осветительных цепей	378
То же (вариант)	379
Вводная панель для переменного тока	430
Панель автоматического переключения освещения на аккумуляторную батарею	431
Панель питания крупных телефонных станций	432

Рекомендуемые схемы электропитания узлов связи железнодорожного транспорта

Классификация узлов связи железнодорожного транспорта. До разработки исчерпывающей классификации узлов связи с точки зрения величины и мощности электропитающих установок все узлы связи можно разделить на следующие типы:

а) узел связи при управлении железной дороги с АТС декадно-шаговой системы;

б) узел связи при управлении дороги с телефонной станцией системы ЦБ×3×2;

в) узел связи при отделении железной дороги;

г) выделенный узел диспетчерской связи при отделении железной дороги.

Узлы связи первых трёх типов включают полный комплекс устройств телеграфной и телефонной связи управления и отделения дороги. Узел связи последнего типа включает только диспетчерскую связь отделения эксплоатации дороги (т. е. поездную диспетчерскую связь, связь ДГП и связь совещаний). Для питания аппаратуры связи указанных выше узлов могут применяться рекомендуемые ниже схемы. Осуществление питания по этим схемам возможно при капитальном переустройстве существующих электропитающих установок узлов связи или при устройстве их вновь.

Рекомендуемые схемы электропитания узлов связи железнодорожного транспорта, основанные на применении кислотных аккумуляторов. Скелетная схема электропитающей установки первого типа изображена на фиг. **433.**

Данная электропитающая установка состоит из следующих устройств.

а) Селеновое выпрямительное устройство типа ВСК на 24 *в* с двумя выпрямителями и двумя аккумуляторными батареями по 24 *в* каждая. Это оборудование предназначается для питания коммутаторов междугородной телефонной станции и аппаратуры линейно-аппаратного зала.

б) Селеновое выпрямительное устройство типа ВСК на 60 *в* с двумя выпрямителями и двумя аккумуляторными батареями по 60 *в* каждая. Эта часть электропитающей установки предназначается для питания АТС декадно-шаговой системы.

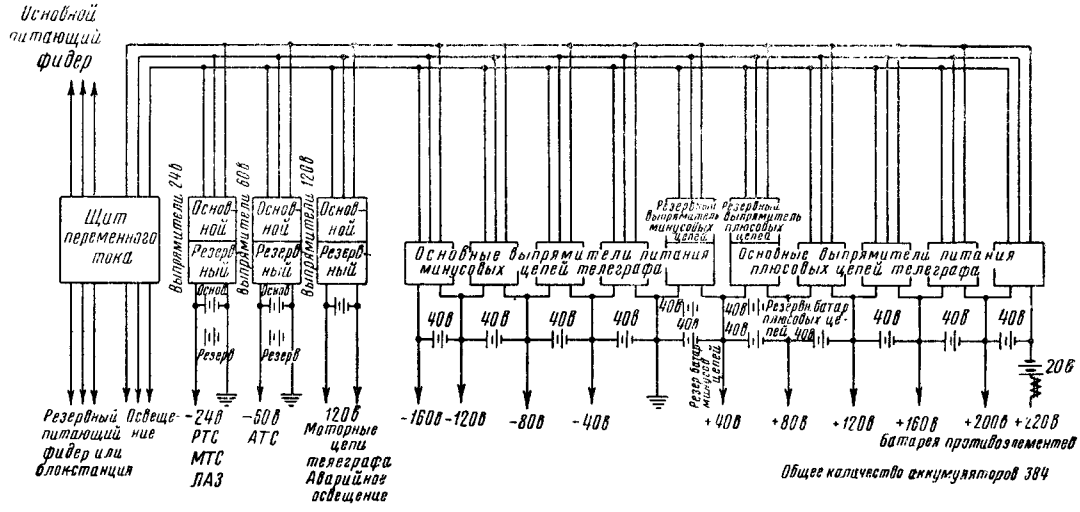
в) Селеновое выпрямительное устройство типа ВСК на 120 *в* с двумя выпрямителями и одной аккумуляторной батареей на 120 *в*. Это устройство предназначается для питания моторных цепей телеграфной аппаратуры, а также может быть применено для питания аварийного освещения.

При этом выпрямительном устройстве устанавливается только одна аккумуляторная батарея, так как установка резервной батареи, хотя и представляется желательной с точки зрения резервирования и обслуживания батарей, однако не может быть достаточно обоснована технико-экономическими соображениями.

г) Селеновое выпрямительное устройство типа ВСК для питания минусовых линейных цепей телеграфной аппаратуры. Это устройство включает 6 селеновых выпрямителей каждый на напряжение 40 *в* и 6 групп аккумуляторных батарей на то же напряжение. Пять групп этих батарей являются рабочими и, будучи включёнными последовательно одна с другой, дают напряжения —160, —120, —80, —40 и +40 *в*. Плюсовое напряжение получается благодаря тому, что заземление включается между четвёртой и пятой группами. Шестая группа является резервной и может переключаться взамен любой рабочей группы с помощью батарейного переключателя, имеющегося в установке типа ВСК. Каждая действующая группа включена на буферную работу с одним селеновым выпрямителем.

д) Селеновое выпрямительное устройство типа ВСК для питания плюсовых линейных цепей телеграфа, а также анодных цепей аппаратуры дальней связи. Это устройство аналогично предыдущему. Оно даёт напряжения +80, +120, +160, +200 и +240 *в*. Питание анодных цепей должно производиться от градации напряжения +240 *в* через защитный фильтр и батарею противоэлементов, понижающую напряжение до +220 *в*. Питание местных цепей телеграфных аппаратов производится от одной из градаций линейных телеграфных батарей.

е) Щит переменного тока предназначается для коммутации электроэнергии, получаемой от питающих фидеров (основного и резервного) и от блок-станции. Питание установок селекторной связи предусматривается производить следующим образом. Цепи питания, не имеющие гальванического соединения с линейными проводами (например, цепи накала и анода), могут присоединяться к стационарным заземлённым источникам питания (например к телеграфным батареям).



Фиг. 433. Скелетная схема электропитающей установки узла связи при управлении железной дороги с АТС декадно-шаговой системы

Цепи питания, имеющие постоянное или временное гальваническое соединение с линейными проводами (например цепи посылки селекторного вызова), также могут присоединяться к стационарным заземлённым батареям, если на линейные провода нет наложения телеграфной работы по искусственной цепи. Если же на линейные провода наложена телеграфная работа, то питание цепей, соединяющихся с этими проводами, должно производиться по особым схемам, например, схеме Мынкина, схеме с отдельными радиоумформерами и т. д. (описание этих схем см. [72]).

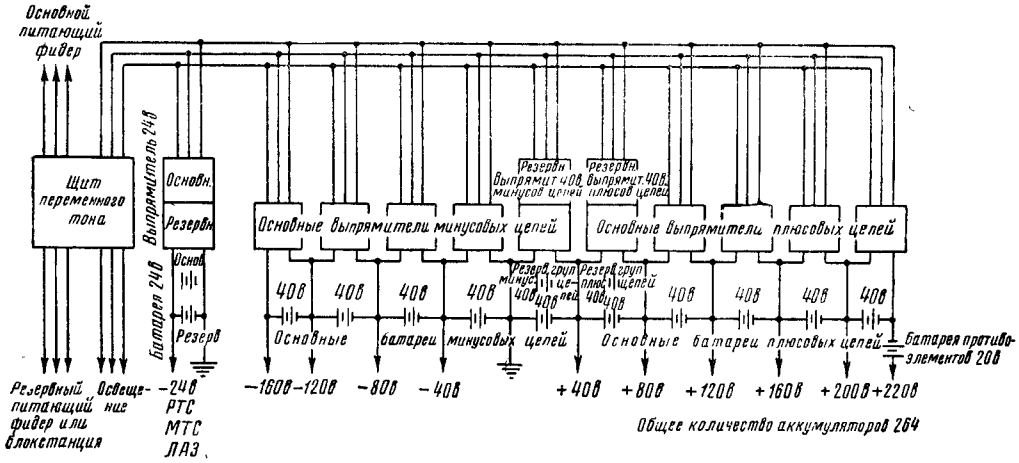
Питание вызывных цепей линейно-аппаратного зала и МТС осуществляется от сигнального агрегата автоматической телефонной станции.

ж) Резервная электростанция, состоящая из двигателя внутреннего сгорания и генератора трёхфазного тока.

Мощность выпрямительных устройств типа ВСК для электропитающей установки первого типа выбирается с таким расчётом, чтобы эти устройства могли питать максимальную расчётную нагрузку с учётом необходимого перспективного развития.

Скелетная схема электропитающей установки для узла связи второго типа изображена на фиг. 434. Данная схема аналогична схеме установки первого типа с той разницей, что в установке этого типа нет выпрямительного устройства на 60 *в* для питания АТС. Кроме того, в этой установке можно исключить выпрямительное устройство на 120 *в* для питания моторных цепей телеграфной аппаратуры, если мощность, потребляемая моторными цепями, мала. В таком случае моторные цепи можно питать от линейной минусовой батареи.

Электропитающая установка для станции связи при отделении дороги может монтироваться также по схеме, изображённой на



Фиг. 434. Скелетная схема электропитающей установки узла связи при управлении железной дороги с РТС

фиг. 434, при условии применения выпрямительных устройств типа ВСК соответствующей мощности. Наряду с этой схемой для электропитающих установок при управлениях и отделениях дорог может применяться схема, изображённая на фиг. 435. Эта последняя схема характеризуется тем, что она рассчитана на использование выпрямителей типа ВСА, более дешёвых и менее дефицитных, чем выпрямители типа ВСК. Однако необходимо иметь в виду, что схема фиг. 435 предусматривает буферное питание в режиме среднего тока, вследствие чего она в электрическом отношении несколько уступает схемам, изображённым на фиг. 433 и 434, предусматривающим буферное питание в режиме непрерывного подзаряда.

Если в узле связи, для которого предназначается установка по схеме фиг. 435, имеется АТС, то установка должна быть дополнена устройством для получения напряжения 60 *в*, выполненным аналогично устройству, служащему для получения 24 *в* (см. левую часть фиг. 435). Это устройство должно работать на селеновых выпрямителях ВСАП-2, соединённых по два последовательно.

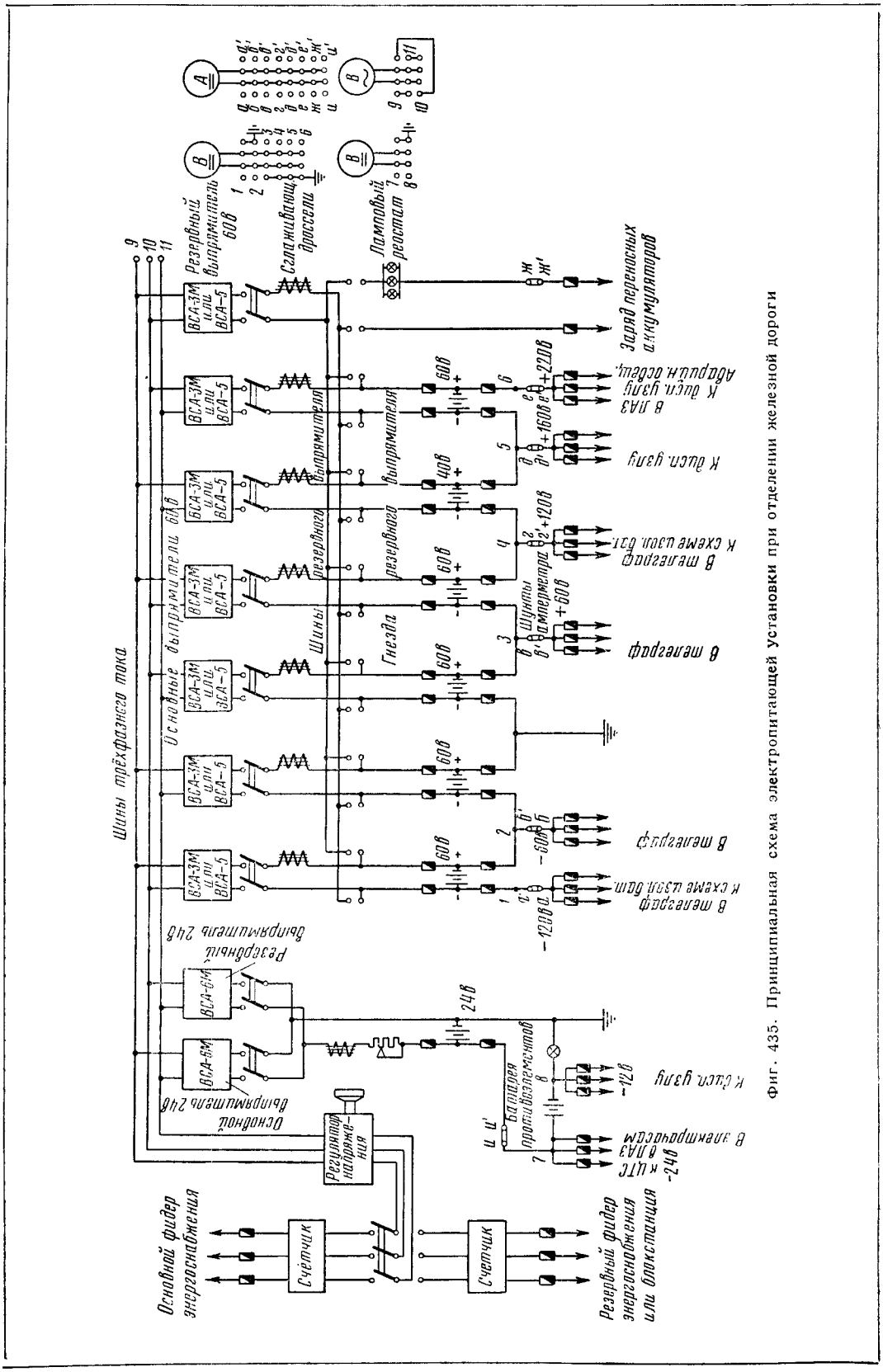
Принципиальная схема электропитающей установки диспетчерского узла связи представлена на фиг. 436. Эта установка весьма похожа на предыдущую. Она состоит из силовой части, устройства для получения питающих напряжений 24 и 12 *в* и устройства для получения питающих напряжений 220 и 160 *в*. Каждое из питающих устройств состоит из двух селеновых выпрямителей (основного и резервного), одной буферной батареи и одной батареи противоэлементов.

Рекомендуемые схемы электропитания узлов связи железнодорожного транспорта, основанные на применении щелочных железо-никелевых аккумуляторов. Ввиду того что ассортимент железо-никелевых аккумуляторов, выпускаемых промышленностью, ограничен максимальной ёмкостью 500 *а-ч*, электропитающие установки узлов связи при управлениях железных дорог с АТС, нуждающиеся в аккумуляторах большой ёмкости, приходится выполнять на кислотных аккумуляторах. Поэтому специальных схем электропитающих установок такого типа, работающих на железо-никелевых аккумуляторах, не существует.

Электропитающая установка, предназначенная для узлов связи при управлении или отделении дороги и работающая на щелочных железо-никелевых аккумуляторах, разработана в двух вариантах. Схема установки первого варианта изображена на фиг. 437, а второго варианта — на фиг. 438. В основу обеих схем положена возможность работы железо-никелевых аккумуляторов как по буферному способу, так и по способу «заряд—разряд», что необходимо для периодических контрольных зарядов и разрядов железо-никелевых аккумуляторов.

Принципиальное отличие схемы первого варианта от схемы второго варианта заключается в том, что в качестве коммутационных приборов в первом варианте применены рубильники, а во втором — групповой батарейный коммутатор. С точки зрения удобства обращения второй вариант является более предпочтительным.

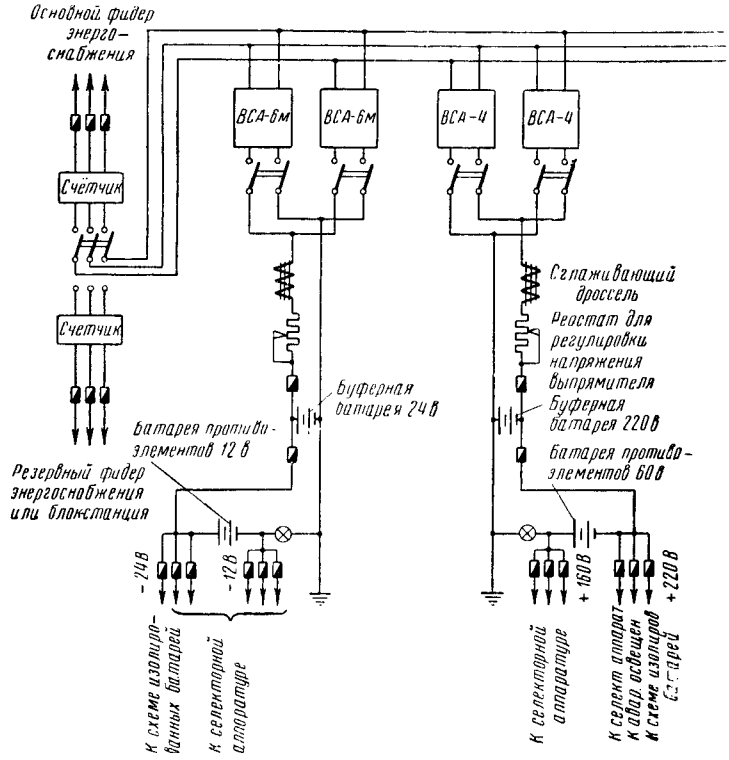
Схема электропитающей установки для выделенного узла диспетчерской связи, работающей на железо-никелевых аккумуляторах, изображена на фиг. 439. Эта схема также даёт возможность осуществлять работу ак-



Фиг. 435. Принципиальная схема электропитающей установки при отделении железной дороги

кумуляторов как по буферному способу, так и по способу «заряд—разряд».

Подробное описание электропитающих установок, выполненных по схемам фиг. 437—439, см. [72].



Фиг. 436. Принципиальная схема электропитающей установки диспетчерского узла связи

Помещения для устройств электропитания

Устройства электропитания узлов связи располагаются обычно в двух помещениях—генераторной и аккумуляторной. В первом помещении располагаются машины, выпрямители и зарядно-разрядный щит, во втором—аккумуляторы и противоэлементы. Резервные электростанции малой мощности (до 5 *квт*) могут устанавливаться в генераторной. При мощности резервной электростанции от 5 до 40 *квт* её следует устанавливать в отдельном помещении, по возможности смежном с генераторной; стены этого помещения должны быть несгораемыми. Резервные электростанции мощностью 40 *квт* и более должны устанавливаться в отдельных каменных зданиях.

Кроме того, предусматривают помещение для хранения электролита (электролитная).

Современные зарядно-буферные выпрямители и выпрямители для безаккумуляторного питания могут располагаться в общих помещениях с устройствами связи. Выпрямители для безаккумуляторного питания часто совмещаются с теми установками, которые они питают. Таким образом, небольшие узлы связи, питающиеся от подобных выпрямителей, могут обходиться вообще без генераторной.

Помещения цеха электропитания должны быть обеспечены естественным и искусственным освещением. Нормальное искусственное освещение должно обеспечивать освещённость 40—60 *лк*, а аварийное—20 *лк*.

Генераторное помещение. Генераторное помещение должно быть светлым и сухим. Пол его выкладывается метлахскими плитками. Стены и потолок окрашиваются масляной краской.

Помещение генераторной должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией с двукратным обменом воздуха в час.

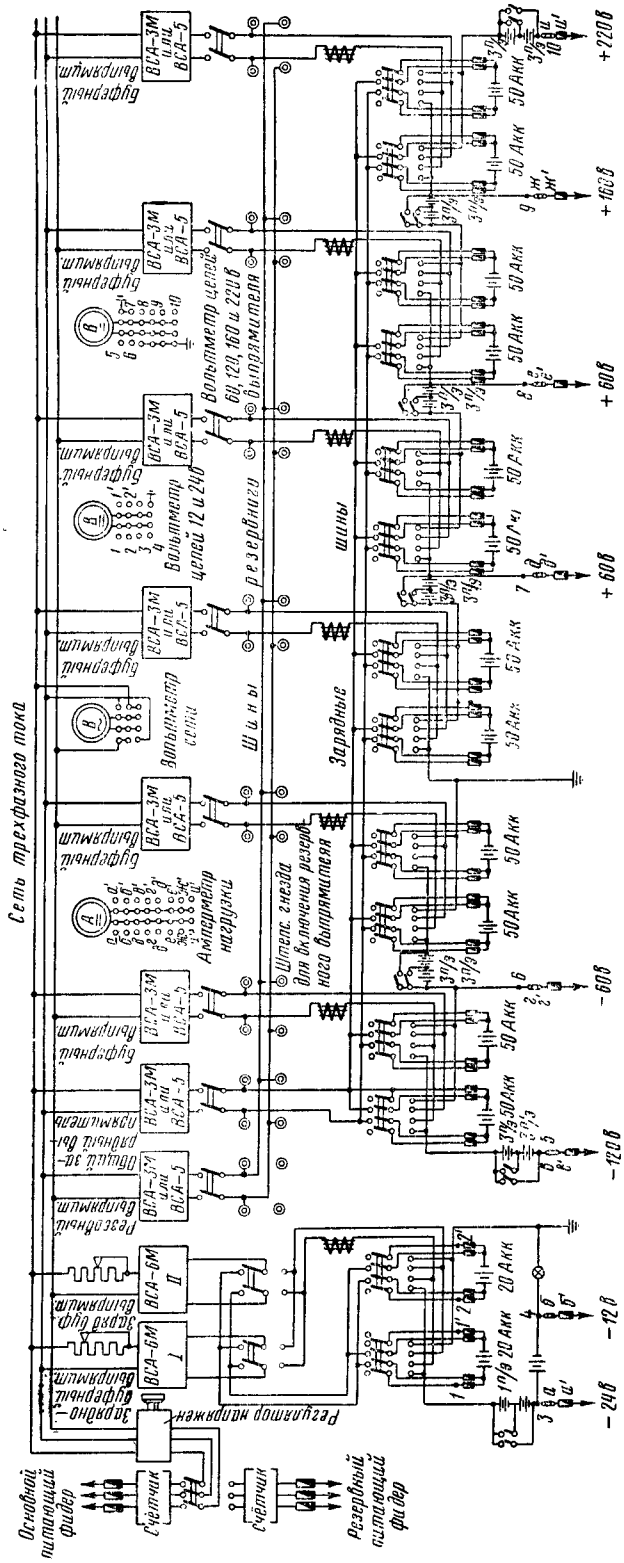
Аккумуляторное помещение. Аккумуляторное помещение площадью не менее 15 $м^2$ должно иметь тамбур с двумя дверями; электролитная должна располагаться так, чтобы выход из неё вёл в тамбур. Высота аккумуляторного помещения должна быть не менее 2 800 *мм*. Пол в аккумуляторном помещении может быть бетонным, цементным или кирпичным, покрытым сверху асфальтом (в два слоя) или цементными кислотоупорными плитками. Стены должны быть оштукатурены и окрашены вместе с потолком кислотоупорной краской (ОСТ 8162). Аккумуляторное помещение должно иметь приточно-вытяжную вентиляцию (не менее чем с шестикратным обменом воздуха в час).

Для установки кислотных и щелочных аккумуляторов должны предусматриваться отдельные помещения.

Помещение резервной электростанции

К помещению резервной электростанции предъявляются такие же требования, как и к генераторному помещению, но проход в него должен быть оборудован железной, плотно закрывающейся дверью. Выхлопные газы двигателя должны выводиться наружу с помощью специальной трубы, причём вывод газов в сторону улицы не допускается. Газопроводы и глушитель должны отстоять от всяких деревянных или других горючих предметов не менее чем на 1 *м*. Пол в помещении электростанции устраивается из метлахских плиток, выложенных на бетонном основании.

Помещение электростанции должно быть оборудовано принудительной вентиляцией, обеспечивающей удаление всех газов, выделяющихся во время работы двигателей, и нормальную температуру (не свыше 30° С) в помещении. При наличии в помещении баков охлаждения вентиляция должна обеспечивать удаление всех выделяющихся паров воды.



Фиг. 437. Принципиальная схема электропитающей установки узла связи, работающей на железо-никелевых аккумуляторах (первый вариант)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛОАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОПИТАЮЩИХ УСТАНОВОК

Основные указания по монтажу электропитающих установок

Монтаж электропитающих установок выполняют в следующей последовательности.

Прежде всего должны быть выполнены все необходимые строительные работы в помещениях генераторном и аккумуляторном и блок-станции, а именно:

а) усиление перекрытия (в случае необходимости);

б) покрытие полов метлахскими плитками (с заливкой в аккумуляторном помещении швов асфальтом);

в) устройство фундаментов для машин и желобов для проводки к машинам и ртутным выпрямителям;

г) устройство кронштейнов для проводки в аккумуляторном помещении;

д) устройство проходного окна между помещениями генераторной и аккумуляторной;

е) изготовление стеллажей для установки аккумуляторных батарей и противоэлементов;

ж) устройство вентиляции в аккумуляторном помещении;

з) окраска стен и потолков масляными красками (в аккумуляторном помещении кислотоупорными или щёлочеупорными).

После проведения строительных работ производятся:

а) установка машин и выпрямителей, выверка и закрепление машин на фундаментах;

б) установка аккумуляторов и противоэлементов;

в) сварка аккумуляторных пластин;

г) установка зарядно-разрядных щитов.

Далее проводятся:

а) монтаж панелей зарядно-разрядных щитов;

б) устройство проводки внутри генераторного помещения;

в) устройство проводки внутри аккумуляторного помещения;

г) монтаж питающих фидеров (основного и резервного);

д) устройство проводки основного и аварийного освещения.

После окончания монтажа электропроводки аккумуляторы заливаются электролитом и производится первый заряд батарей. Затем производится полное испытание электропитающей установки под нагрузкой и в случае успешного завершения этого испытания установка сдаётся в эксплоатацию.

Установка аккумуляторов производится на стеллажах, конструкция которых в случае установки кислотных аккумуляторов должна соответствовать ГОСТ 1226-41. В соответствии с этим стандартом все стеллажи разделяются на несколько типов, из которых на транспорте применяются главным образом три типа, указанные в табл. 302.

Таблица 302

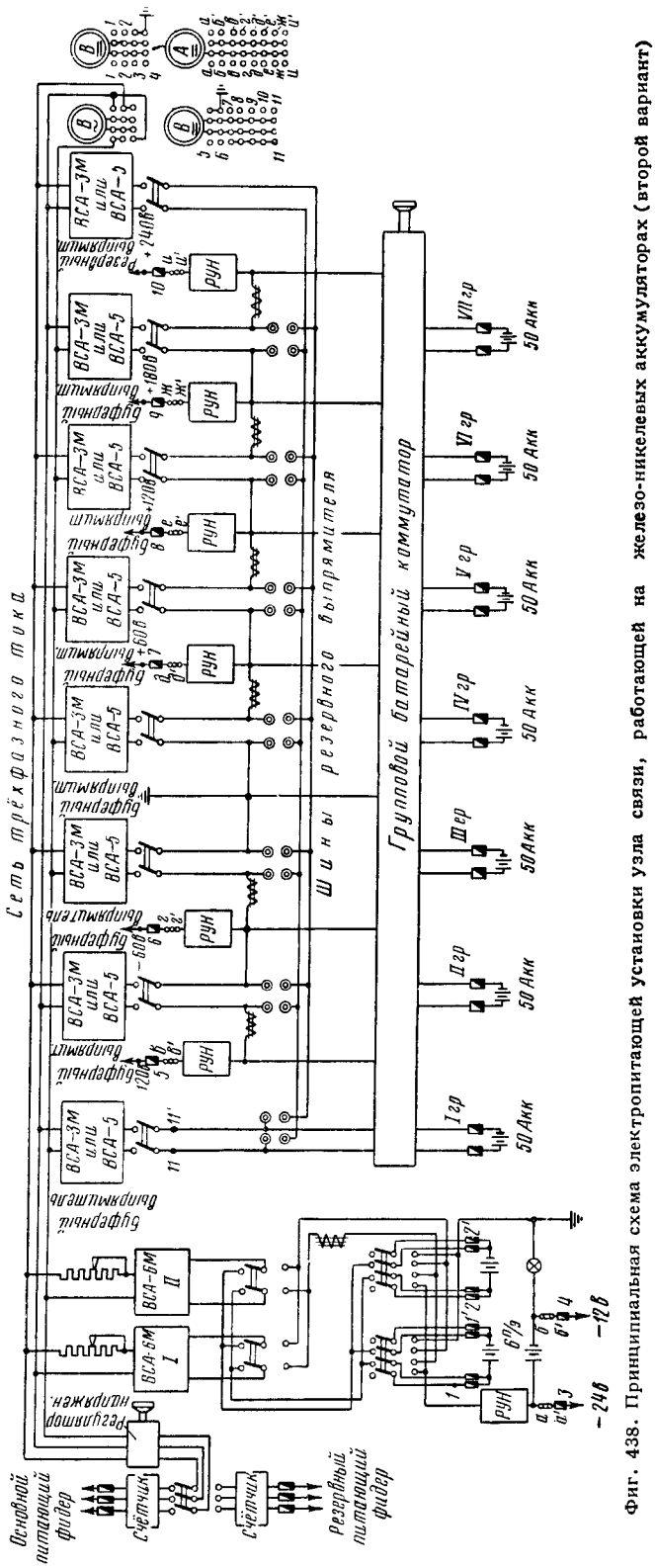
Типы стеллажей

Тип стеллажа	Число ярусов	Типы аккумуляторов, которые допускается устанавливать на стеллажах	Число рядов аккумуляторов на одном стеллаже
I	1	От С-1 и СК-1 до С-20 и СК-20	1 или 2
II	1	От С-24 и СК-24 до С-44 и СК-44	1 или 2
III	2	От С-1 и СК-1 до С-5 и СК-5	1 или 2

Стеллажи изготовляются из сосновой древесины отборного сорта (марки О по ГОСТ 3008-45) и окрашиваются кислотоупорной краской. Эскизы устройства стеллажей приведены на фиг. 440 (типы I и II) и 441 (тип III). Размеры этих стеллажей приведены в табл. 303 (тип I), 304 (тип II) и 305 (тип III).

При установке стеллажа типа I на пол в аккумуляторном помещении под каждый поперечный брус подкладываются деревянные тумбочки размерами 70 × 70 × 65 *мм*, покрытые сверху стеклянными изоляторами со сточенными краями размерами 100 × 100 × 20 *мм*. Число этих тумбочек равно двум для однорядных стеллажей и трём для двухрядных.

При установке стеллажа типа II под каждый поперечный брус подкладываются деревянные тумбочки размером 120 × 120 × × 80 *мм*, покрытые сверху стеклянными изоляторами размером 160 × 160 × 20 *мм*. Число тумбочек определяется так же, как и в предыдущем случае. Стеллажи типа III изолируются от пола стеклянными изоляторами размером 100 × 100 × 20 *мм*, которые подкладываются по два под каждый поперечный брус в случае однорядных стеллажей и по три в случае двухрядных. Стеклянные изоляторы во всех случаях располагаются гладкой стороной к стеллажу. Стеллажи должны быть покрыты горячей олифой (два раза) и затем окрашены кислотоупорной краской.



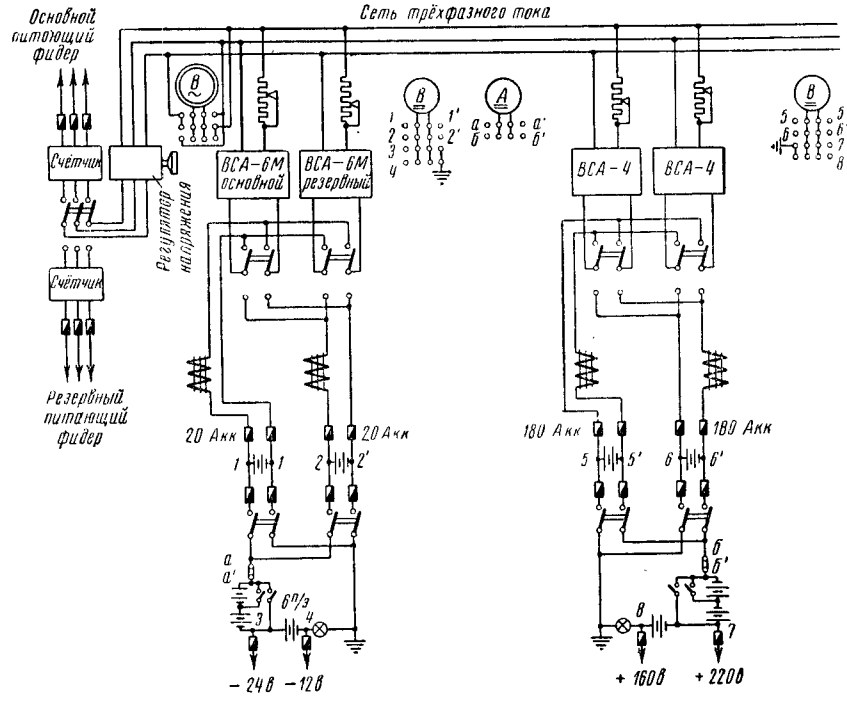
Фиг. 438. Принципиальная схема электропитающей установки узла связи, работающей на железо-никелевых аккумуляторах (второй вариант)

Аккумуляторы типа С устанавливаются на стеллажах на стеклянных или фарфоровых конических изоляторах (ГОСТ 825-41), которые располагаются широкой стороной к аккумулятору. Аккумуляторы С-1 устанавливаются на трёх изоляторах каждый, аккумуляторы С-2 — С-20 на четырёх изоляторах. Аккумуляторы же больших ёмкостей должны иметь по два изолятора на каждую шпонку днища.

Типовых стеллажей для установки переносных кислотных, а также щелочных аккумуляторов не имеется.

Проводка от ввода к аккумуляторным батареям делается наружная, голым медным проводом или медными шинами. Для линейных и местных телеграфных батарей, а также для вызывных батарей и батарей прямого управления избирательной связи допускается устройство наружной проводки изолированным проводом с изоляцией из вулканизированной резины в два слоя.

Машины в помещении генераторной устанавливаются на фундаментах, не имеющих жёсткой связи со стенами. Фундаменты изготовляют из кирпича или бетона. Глубина



Фиг. 439. Принципиальная схема электропитающей установки выделенного [узла] диспетчерской связи, работающей на железо-никелевых аккумуляторах

Таблица 303

Одноярусные стеллажи для аккумуляторов С-1÷С-20

Тип аккумулятора	Размеры в *мм* (фиг. 440)															
	а	*б*	*в*	*г*	*д*	*е*	*ж*	*з*	*и*	*к*	*л*	*м*	*н*	*о*	*п*	*р*
С-1	До 1 700	660	125	290	295	240	До 150	270	150	80	*р* × на число аккумуляторов	100	30	115	215	110
С-2		660	125	290	295	240		270	150	130		100	30	115	215	160
С-3		660	125	290	295	240		270	150	180		100	30	115	215	210
С-4		625	125	290	295	205		270	100	215		92,5	65	132,5	230	280
С-5		625	125	290	295	205		270	100	215		92,5	65	132,5	230	280
С-6	До 1 500	570	105	510	275	190		485	100	220		100	65	132,5	195	285
С-8		570	105	510	275	190		485	100	220		100	65	132,5	195	285
С-10		695	165	510	335	195		485	100	220		97,5	65	132,5	260	285
С-12		695	165	510	335	195		485	100	220		97,5	65	132,5	260	285
С-14		760	195	510	365	200		485	100	220		95	65	132,5	295	285
С-16	До 1 300	860	245	510	415	200		485	100	220		95	65	132,5	345	285
С-18		960	295	510	465	200		485	100	220		95	65	132,5	395	285
С-20		990	305	510	475	210		485	100	220		90	65	132,5	415	285

Таблица 304

Одноярусные стеллажи для аккумуляторов С-24÷С-44

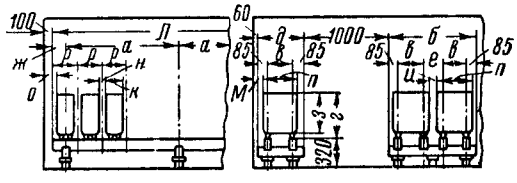
Тип аккумулятора	Размеры в *мм* (фиг. 440)												
	а	*б*	*в*	*д*	*е*	*ж*	*з*	*Л*	*М*	*с*	*о*	*п*	*р*
С-24	До 1 100	780	180	350	250	До 150	460	*р* × на число элементов	110	100	115	330	490
С-28		835	200	370	265		460		102,5	100	115	365	490
С-32		890	220	390	280		460		95	100	115	400	490
С-36		950	240	410	300		460		100	115	115	440	490
С-40		1 025	270	440	315		470		92,5	115	115	485	500
С-44		1 080	290	460	330		470		95	125	115	520	500

Таблица 305

Двухъярусные стеллажи для аккумуляторов С-1÷С-5

Тип аккумулятора	Размеры в *мм* (фиг. 441)												
	а	*б*	*д*	*е*	*ж*	*и*	*к*	*Л*	*т*	*М*	*н*	*О*	*п*
С-1	До 1 700	1 075	630	320	До 150	230	80	*р* × на число аккумуляторов	252,5	257,5	30	115	110
С-2		1 075	630	320		230	130		252,5	257,5	30	115	160
С-3		1 075	630	320		230	180		252,5	257,5	30	115	210
С-4		895	540	230		125	215		207,5	205	65	132,5	280
С-5		895	540	230		125	215		207,5	205	65	133,5	280

заложения их составляет 1—1,5 *м*. Над уровнем пола фундамент должен выступать на 0,2—0,25 *м*. Для прокладки проводов в полу устраивают желоба, закрываемые железными рифлёными крышками.



Фиг. 440. Одноярусный стеллаж для установки свинцовых аккумуляторов

Для проводки в помещениях генераторной и резервной электрической станции применяют изолированные провода и кабели.

Более подробные указания о способах монтажа всех частей электропитающей установки см. [39 и 28].

Основные сведения о проектировании электропитающих установок узлов связи железнодорожного транспорта

Общие указания. Проектирование электропитающей установки узла связи железнодорожного транспорта должно производиться на основании следующих данных:

а) состав оборудования отдельных цехов узла связи (ЦТС, МТС, ЛАЗ и т. п.);

б) величины напряжений и токов, необходимых для питания всех устройств связи, входящих в состав узла;

в) продолжительность работы устройств связи различного рода в течение суток;

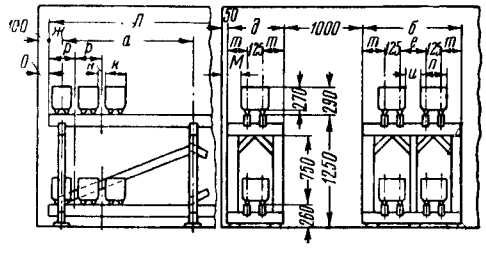
г) характеристика энергосистемы или электростанции, от которой будет происходить снабжение узла связи электроэнергией (род тока, напряжение, надёжность действия, возможность ввода резервного фидера от той же или другой электростанции).

Работа по составлению проекта электропитающей установки должна включать следующие составные элементы:

а) определение наиболее целесообразных способов питания всех устройств связи в условиях проектируемого узла с составлением принципиальной схемы электропитания;

б) подбор аккумуляторных батарей, преобразователей, коммутационного оборудования и т. п. с расчётом их электрических характеристик;

в) планировка расположения электропитающего оборудования с расчётом потребной площади;



Фиг. 441. Двухъярусный стеллаж для установки свинцовых аккумуляторов

г) расчёт электропитающей проводки, выбор типов и сечений питающих проводов;

д) разработка всех необходимых монтажных схем и конструктивных чертежей, связанных с установкой оборудования, монтажем электропитающей проводки и т. п.

Выбор способа электропитания. При выборе способа электропитания руководствуются следующими основными указаниями.

1. Питание всех устройств связи, требующих для своей работы постоянного тока при одном и том же напряжении, должно производиться от одного общего источника тока.

При объединении питания различных устройств связи руководствуются следующим. Электропитающая установка узла связи должна проектироваться таким образом, чтобы в ней был только один источник тока напряжением 24 *в*, причём от этого источника должны получать питание цепи местной телефонной станции системы ЦБ, междугородной телефонной станции системы ЦБ, цепи накала линейно-аппаратного зала, местные цепи аппаратуры избирательной связи и электрические часы.

Допускается подключение к этому источнику и других цепей, рассчитанных на напряжение 24 *в* (например, коммутаторов стрелочной связи и т. п.).

Линейные батареи телеграфа должны проектироваться с таким расчётом, чтобы от них получали питание и анодные цепи аппаратуры дальней и избирательной связи.

Питание моторных цепей телеграфа должно производиться от минусовой линейной батареи (градация 120 *в*), если ёмкость этой батареи, рассчитанная для питания линейных и моторных цепей, не превысит 80 *а-ч*. Если же ёмкость батареи превысит эту величину, то питание моторных цепей должно производиться от отдельного источника тока.

Питание АТС декадно-шаговой системы и в том числе оборудования дальней автоматической связи должно проектироваться от отдельного источника тока с номинальным напряжением 60 *в*. Если суточное потребление энергии АТС значительно меньше суточного потребления энергии источника тока напряжением 24 *в*, служащего для питания РТС, МТС и цепей накала ЛАЗ, то для питания АТС может быть запроектирован отдельный источник тока напряжением 36 *в*, включающийся последовательно с источником тока 24 *в* и дополняющий напряжение этого источника до 60 *в*.

Питание цепей посылки селекторного вызова при отсутствии наложения телеграфной работы должно производиться от соответствующих градаций источника тока, питающего телеграфные и анодные цепи. При наличии наложения телеграфной работы питание вызывных цепей должно производиться от отдельных мотор-генераторов небольшой величины (радиоумформеров) или по схеме Мынкина [72]. Допускается также использование отдельных кенотронных выпрямителей, смонтированных непосредственно на стойке избирательной связи, как это делается в современной аппаратуре избирательной связи.

Питание цепей прямого и обратного управления должно производиться от того же источника тока, от которого происходит питание цепей посылки селекторного вызова.

Питание коммутаторов стрелочной и маневровой связи, находящихся в отдалении от электропитающей установки общего узла связи, должно производиться от специальной выпрямительной установки, изготовляемой заводом Транссвязь. При отсутствии сети переменного тока для питания коммутатора должна устанавливаться батарея элементов МОЭ.

2. Энергоснабжение проектируемого узла связи должно быть резервировано либо путём прокладки резервного питающего фидера, либо путём устройства собственной резервной электростанции (блок-станции).

Резервный фидер может присоединяться либо к той же электростанции, от которой узел связи получает основное питание, либо к другой электростанции, что является более предпочтительным.

В обоих случаях питающие фидеры узла связи должны по возможности подключаться на шины потребителей первой категории.

3. Резервные электростанции должны устанавливаться, как правило, в следующих пунктах: в узлах связи при управлениях железных дорог и в усилительных пунктах магистральной связи, если в этих пунктах имеется аппаратура дальней связи с полным питанием от сети переменного тока (без применения аккумуляторных батарей). Применение резервных электростанций в остальных узлах связи определяется степенью надёжности работы местной электростанции.

4. В качестве основного способа электропитания должен применяться способ буферного питания в одной из его разновидностей (желательно во всех случаях, когда это возможно, применять буферное питание в режиме непрерывного подзаряда).

Способ «заряд—разряд» может быть допущен к применению только в виде исключения в тех случаях, когда электропитающая установка обладает небольшой мощностью (меньше 100 *вт* на стороне постоянного тока) или находится в пункте с недостаточно надёжным энергоснабжением.

5. Для компенсации снижения напряжения аккумуляторных батарей при переходе их из буферного режима в разрядный (во время прекращения подачи электроэнергии) могут применяться следующие устройства: а) угольные регуляторы напряжения, если мощность, потребляемая нагрузкой, не превышает 100 *вт*; б) противоэлементы, если мощность, потребляемая нагрузкой, составляет от 100 до 6 000 *вт*; в) дополнительные аккумуляторы, если мощность выше 6 000 *вт*.

6. В качестве преобразователей необходимо применять во всех случаях, когда это возможно, сухие выпрямители. Преобразователи других типов необходимо применять только в тех случаях, когда сухие выпрямители не подходят по своим электрическим характеристикам. Каждый преобразователь должен быть резервирован другим преобразователем такого же типа. В случае, если в электропитающей установке имеется несколько однородных преобразователей, допускается резервировать их одним преобразователем того же типа. Исключение делается лишь для тех преобразователей, которые питают отдельные устройства связи и составляют с ними одно целое. Такие преобразователи могут не резервироваться.

После решения всех вопросов, связанных с выбором системы электропитания, составляется принципиальная схема электропитающей установки, отражающая принятое решение.

Выбор типа и количества аккумуляторов

Выбор типа кислотных аккумуляторов, необходимых для заданных условий работы, производится по конструкции аккумуляторов, по ёмкости их и по максимально допустимому разрядному току.

Прежде всего производится выбор наиболее подходящей конструкции аккумуляторов. При этом руководствуются следующими указаниями. Для установки в специально оборудованных аккумуляторных помещениях применяются стационарные аккумуляторы С и СК, а в тех случаях, когда требуются аккумуляторы очень малой ёмкости, применяются переносные аккумуляторные батареи типов 10АС-12 и 10АС-20. Для установки в небольших помещениях, где для аккумуляторов может быть выделена только очень малая площадь, применяются переносные аккумуляторы типов НС, НП и АС. Для запуска блок-станций могут применяться стартерные аккумуляторы типа СТ.

Далее производится выбор аккумуляторов по ёмкости. Для этой цели суммируют ёмкость, необходимую для отдельных устройств связи, получающих питание от рассчитываемой аккумуляторной батареи. Затем полученную суммарную ёмкость делят на ёмкость аккумулятора С-1, соответствующую выбранному режиму разряда. Эта ёмкость составляет:

При часовом разряде	*а-ч*
1	18,5
2	22
3	27
5	30
10 и более	36

Число, полученное при этом делении, и образует индекс искомого типа аккумулятора.

Если по условиям работы аккумуляторной батареи она будет постоянно или периодически разряжаться токами большой величины, то выбранный тип аккумулятора необходимо проверить на максимальный допустимый разрядный ток. Для аккумуляторов типа С величина этого тока составляет $9n$ ампер, для аккумуляторов типа СК — $18{,}5n$ ампер, где n — индекс аккумулятора.

Выбор типа щелочных аккумуляторов производится аналогичным образом по существующим таблицам их электрических характеристик. При этом необходимо учитывать следующие особенности работы щелочных аккумуляторов:

а) величина ёмкости щелочных аккумуляторов почти не зависит от режима разряда;

б) напряжение щелочного аккумулятора сильно снижается при глубоком разряде. Поэтому не рекомендуется разряжать щелочные аккумуляторы до напряжения ниже 1,2 *в*.

Количество элементов в батареях выбирают с учётом способа электропитания, наименьшего допустимого напряжения на нагрузке, падения напряжения в токораспределительной сети и наименьшего разрядного напряжения. Нормальное напряжение аккумулятора при буферной работе остаётся равным 2,1÷2,2 *в* для кислотных аккумуляторов и 1,52÷1,56 *в* для щелочных аккумуляторов. Наименьшее разрядное напряжение определяется режимом разряда и для кислотных аккумуляторов не должно быть ниже 1,75 *в*, а для щелочных — 1,2 *в*.

Расчёт мощности и выбор типа преобразователей. Все преобразователи, применяемые для питания устройств связи, могут работать в следующих режимах:

а) в режиме заряда аккумуляторных батарей,

б) в режиме буферной работы,

в) в комбинированном режиме, т. е. в режиме питания устройств связи при одновременном заряде аккумуляторной батареи.

Если преобразователь применяется для заряда аккумуляторной батареи, его напряжение на стороне постоянного тока определяется из расчёта обеспечения заряда батареи с пределами регулировки от $U_{min} = 2N$ до $U_{max} = 2{,}8N$ для кислотных аккумуляторов и от $U_{min} = 1{,}2N$ до $U_{max} = 1{,}8N$ для щелочных аккумуляторов, где N — число аккумуляторов в аккумуляторной батарее.

Мощность преобразователей на стороне постоянного тока при заряде кислотных аккумуляторов определяется по формуле

$$P = \frac{I_{макс.\ зар}\ 2{,}4N}{1\,000}\ квт,$$

а при заряде щелочных аккумуляторов — по формуле

$$P = \frac{Q_б\,1{,}8N}{4\,000}\ квт,$$

где N — число аккумуляторов в батарее;

$I_{макс.\ зар}$ — максимальный зарядный ток в *а*;

$Q_б$ — ёмкость батареи в *а-ч*.

В тех случаях, когда заряд аккумуляторов осуществляется через реостат, поглощающий излишнее напряжение, мощность преобразователя на стороне постоянного тока

$$P = \frac{I_{макс.\ зар}\ U_{пр}}{1\,000}\ квт,$$

где $U_{пр}$ — напряжение преобразователя.

Мощность преобразователя на стороне переменного тока

$$P_1 = \frac{P}{\eta},$$

где η — к. п. д. преобразователя.

Если преобразователь применяется для буферной работы в режиме непрерывного подзаряда, то его мощность на стороне постоянного тока подсчитывается по формулам:

для кислотных аккумуляторов

$$P_б = \frac{(I_{чнн} + I_{пз})\,2{,}15\,N}{1\,000}\ квт;$$

для щелочных аккумуляторов

$$P_б = \frac{(I_{.\,нн} + I_{пз})\ 1{,}6N}{1\,000}\ квт,$$

где $I_{чнн}$ — ток в час наибольшей нагрузки;

$I_{пз}$ — ток подзаряда батареи, компенсирующий саморазряд аккумуляторов.

Если преобразователь применяется для буферной работы в режиме среднего тока, то его мощность на стороне постоянного тока подсчитывается по формулам:

для кислотных аккумуляторов

$$P_б = \frac{\left(\frac{Q}{22} + I_{пз}\right) 2{,}15N}{1\,000} \text{ квт};$$

для щелочных аккумуляторов

$$P_б = \frac{\left(\frac{Q}{18} + I_{пз}\right) 1{,}6N}{1\,000} \text{ квт},$$

где Q — количество электричества в *а-ч*, потребляемое нагрузкой в течение суток.

Если во время буферной работы в режиме непрерывного подзаряда одновременно производится заряд батареи, то мощность преобразователя:

для кислотных аккумуляторов

$$P_{бз} = \frac{(I_{ннн} + I_з)\ 2{,}8N}{1\,000} \text{ квт}$$

и для щелочных аккумуляторов

$$P_{бз} = \frac{(I_{ннн} + I_з)\ 1{,}8N}{1\,000} \text{ квт},$$

где $I_з$ — величина зарядного тока.

Для того чтобы не понижать значительно к. п. д. преобразователя, он должен рассчитываться таким образом, чтобы нагрузка его была не ниже 40—50% его полной мощности в случае, если преобразователем служит мотор-генератор, и 20%, если преобразователем служит селеновый выпрямитель.

После этого по каталогам подбирают необходимые типы преобразователей.

Определение мощности и типа резервной электрической станции. Мощность резервной электрической станции подсчитывают таким образом, чтобы она могла одновременно питать оборудование узла связи в часы наибольшей нагрузки, его осветительную сеть и устройства вентиляции. После этого подбирают необходимые типы оборудования резервной электрической станции.

Выбор помещения для размещения устройств электропитания и расположение в нём оборудования электропитающей установки. При совместном расположении устройств связи данного узла в одном или в нескольких соседних зданиях все устройства электропитающих установок располагаются совместно в нескольких специально выделенных помещениях (генераторной, аккумуляторной, электролитной и т. д.), расположенных возможно ближе к центру нагрузки.

Для резервной электрической станции в необходимых случаях предусматривают отдельное здание.

После выбора помещений проектируют систему вентиляции их, удовлетворяющую поставленным выше требованиям (стр. 911), и затем приступают к размещению оборудования в помещениях.

Размещение оборудования в генераторном помещении должно удовлетворять действующим нормам и правилам устройства электротехнических сооружений, а также обеспечивать безопасность и удобство обслуживания.

Зарядно-разрядный щит должен располагаться у стены, отделяющей генераторное помещение от аккумуляторного. Проход перед щитом должен быть не у́же 1,5 *м*. Проход за щитом должен быть не менее 1 *м*.

Электрические машины должны располагаться в средней части помещения таким образом, чтобы вокруг них был круговой обход. Проходы между фундаментами машин должны быть не менее 0,8 *м*.

Ртутные и селеновые выпрямители должны устанавливаться вдоль стен, причём за выпрямителями должен оставаться проход, равный 0,8 *м*. Исключение из этого составляют выпрямители, предназначенные для подвески на стенах.

Для прокладки проводов в помещении генераторной предусматривают устройство подпольных желобов, закрываемых крышками из рифлёной стали, или жёлоба лестничного типа. Эти желоба указываются на плане размещения оборудования.

Расположение оборудования в аккумуляторной должно производиться в соответствии со следующими указаниями. Стеллажи в аккумуляторной должны быть установлены так, чтобы к каждому аккумулятору был обеспечен свободный доступ, при этом стеллажи, от которых отходят провода и шины большого сечения, должны располагаться ближе к месту ввода проводов в аккумуляторную.

Проходы между стеллажами должны составлять 1 *м*. Расстояние между стеллажами и отопительными приборами должно быть не менее 1 *м*. Установка двухрядных стеллажей у стены без прохода не допускается.

Батарен должны быть установлены на стеллажах так, чтобы при их обслуживании была устранена возможность случайного одновременного прикосновения к точкам, между которыми имеется напряжение свыше 250 *в*.

Расположение оборудования в помещении резервной электрической станции. При размещении оборудования в помещении резервной электрической станции ширину проходов между агрегатом и стенами или распределительным щитом принимают не менее 1—1,5 *м* (более подробно см. [28]).

Расчёт проводов. Ко всем проводам, применяемым для устройства электропитающей проводки в помещениях генераторной и аккумуляторной, предъявляются следующие требования.

1. Нагрузка проводов током не должна превышать максимально допустимых норм для данного материала проводов, изоляции и принятого способа прокладки проводов.

Нормы нагрузки проводов для различных условий проводки см. [28].

2. Падение напряжения в проводах генераторной и аккумуляторной должно составлять часть общего падения напряжения в питающей сети от источника тока до зажимов питаемой аппаратуры связи. Максимальные

допустимые нормы этого общего падения напряжения для большинства случаев, имеющих место в узлах связи железнодорожного транспорта, приведены в ГОСТ 5237-50, а также в соответствующих разделах данного тома справочника. Для тех же случаев, которые не охватываются указанным стандартом, падение напряжения от источников тока до зажимов нагрузки не должно превышать 2% номинального напряжения источника тока.

3. Сечение проводов должно быть достаточным для обеспечения механической прочности проводов.

В целях обеспечения достаточной механической прочности проводки все провода, прокладываемые в генераторной в желобах, на кабельростах и на роликах, должны иметь сечение не менее 1,5 $мм^2$. Провода, прокладываемые в аккумуляторной на изоляторах, должны иметь сечение не менее: голые — 10 $мм^2$, изолированные — 2,5 $мм^2$.

При расчёте проводки в генераторной и аккумуляторной, составляющем часть общего расчёта токораспределительной проводки от источников тока до зажимов нагрузки, определяют сечения и марки всех проводов.

Расчёт сечения проводов ведётся по формуле

$$Q = \frac{\rho Il}{\Delta U},$$

где Q — искомое сечение провода в $мм^2$;

ρ — удельное сопротивление материала провода в $\frac{ом \cdot мм^2}{м}$;

I — ток в $а$;

l — длина провода в $м$;

ΔU — допустимое падение напряжения в проводе.

Расчёт нужно произвести для нескольких случаев распределения падения напряжения по отдельным участкам питающих проводов для того, чтобы выбрать такие сечения проводов на различных участках, при которых общие затраты меди на проводку будут наименьшими.

Расчёт проводов, связывающих зарядно-буферные преобразователи с аккумуляторными батареями, должен проводиться как для случая буферной работы, так и для случая заряда батарей. При этом провода, соединяющие преобразователи с батареями, могут рассчитываться по допускаемой максимальной плотности при условии, что в этом случае нагрузка будет присоединяться не к клеммам преобразователей, а к зажимам аккумуляторных батарей.

Кабель-план проводки в помещениях цеха электропитания. Кабель-план проводки в генераторной и аккумуляторной представляет собой план расположения всех проводов и кабелей, прокладываемых в генераторной и аккумуляторной для соединения между собой зарядно-разрядных щитов, преобразователей и аккумуляторных батарей, а также используемых для подачи электроэнергии к потребителям. На кабель-плане указываются те устройства, к которым подводятся кабели и провода, типы всех кабелей и проводов, их сечения, число жил и длина отдельных кусков. При составлении кабель-плана необходимо стремиться обеспечить наименьшие длины проводов и кабелей.

Для монтажа проводки внутри генераторного помещения могут быть использованы следующие типы проводов и кабелей:

а) для силовых цепей и для цепей постоянного тока — кабели ВРГ, провода ПР, ПРГ, ТПРФ и медные шины прямоугольного сечения;

б) для цепей индукторного и зуммерного тока — кабели СРГ, провода ТПРФ, ПРД и шнур ШР.

Для монтажа внутри аккумуляторного помещения применяются изолированные провода марок ПР и ВРГ сечением от 2,5 $мм^2$ и выше и голые провода или шины сечением не ниже 10 $мм^2$.

Основные указания по техническому обслуживанию устройств электропитания

Техническое состояние устройств электропитания должно обеспечивать бесперебойную работу питаемых от них устройств связи.

Для этого необходимо:

а) повседневное наблюдение за работой устройств электропитания;

б) немедленное устранение возникающих повреждений;

в) систематическое выполнение утверждённого плана предупредительного осмотра и ремонта оборудования;

г) содержание оборудования и помещений в соответствии с техническими нормами.

При обслуживании отдельных видов устройств электропитания руководствуются следующими основными указаниями.

Первичные элементы. На железных дорогах наибольшее распространение для питания устройств связи получили мокрые первичные элементы типов Мейдингера и МОЭ, а также сухие элементы. При уходе за элементами необходимо: а) один раз в месяц производить осмотр элементов Мейдингера, во время которого проверять уровни обоих электролитов, плотность раствора цинкового купороса, цвет раствора медного купороса, наличие ползучих солей, напряжение каждого элемента, крепление соединительных проводников; б) производить наружную очистку всех элементов и шкафа, в котором они установлены.

Нормальная работа элемента обеспечивается при следующих условиях.

а) Раствор медного купороса должен покрывать весь положительный полюс и не доходить до цинкового полюса. Цвет раствора должен быть тёмносиний. Если раствор имеет бледный цвет, необходимо в воронку или колбу элемента добавлять медный купорос или прочистить отверстие колбы или воронки при засорении.

б) Плотность раствора цинкового купороса должна быть не выше 1,21 (25° Боме), в противном случае необходимо отлить часть раствора сифоном и добавить воды.

в) При понижении уровня электролита в элементе вследствие испарения следует осторожно долить чистой воды.

г) Напряжение на зажимах разомкнутого элемента должно быть не ниже 1 $в$.

После истощения элементов Мейдингера, обычно через 6 месяцев после их установки,

производят перезарядку элементов, очистку электродов до металлического блеска, тщательную промывку сосудов и замену электролита.

Признаками истощения элемента Мейдингера являются тёмнобурый цвет раствора электролита, скопление на дне сосуда большого количества осадков, тёмнокоричневый налёт на цинковом полюсе, напряжение на зажимах разомкнутого элемента ниже 1 *в*.

Один раз в месяц производится осмотр элементов МОЭ. При осмотре проверяется напряжение каждого элемента, а также производится чистка элементов и их контактов.

Напряжение элемента МОЭ под нагрузкой должно быть не ниже 0,5 *в*.

После истощения элементов МОЭ их перезаряжают. При перезарядке меняют блоки пластин, тщательно промывают сосуды, заменяют электролит и наливают сверху электролита трансформаторное или минеральное масло таким образом, чтобы слой масла имел толщину 2—3 *мм*.

Признаки истощения элементов МОЭ:

1) полное разъедание всех индикаторных пластин;

2) снижение напряжения элементов под нагрузкой ниже 0,5 *в*.

Новый электролит приготовляется растворением едкого натра в воде до плотности 1,19—1,21.

Сухие элементы осматриваются одновременно с проверкой аппаратуры, которую они питают. При осмотре очищают элемент от пыли, проверяют напряжение каждого элемента и заменяют элементы, имеющие напряжение под нагрузкой менее 0,7 *в*.

Если напряжение на зажимах нагрузки опускается ниже необходимой нормы, но при этом напряжение на зажимах каждого отдельного элемента не снизилось до 0,7 *в*, то в этом случае в батарею включается дополнительно один или несколько новых элементов.

Расположение сухих элементов вблизи нагревательных приборов (печей, радиаторов) не допускается.

Аккумуляторы. При обслуживании аккумуляторов должны строго соблюдаться все без исключения правила и нормы, установленные инструкциями заводов, поставляющих аккумуляторы. Ежедневно должен производиться осмотр всех действующих аккумуляторов, стеллажей и проводки в аккумуляторном помещении и устраняться все обнаруженные дефекты в состоянии аккумуляторных установок.

Во время осмотра кислотных аккумуляторов обращается внимание в первую очередь на сульфатацию пластин, выпадение активной массы, количество шлама, коробление и короткие замыкания пластин, а также целость защитной окраски стеллажей и проводников.

Во время осмотра щелочных аккумуляторов обращается внимание на качество междуэлементных соединений и на состояние пробок, закрывающих отверстие для заливки электролита.

Аккумуляторные батареи заряжают по утверждённому графику. При буферной работе переключение батарей и буферных агрегатов также производится по заранее разработанному графику.

Заряд и разряд ведутся установленными для каждой батареи нормальными токами до появления признаков окончания заряда или соответственно разряда. В начале и конце заряда или разряда регистрируется дата, время, величины токов заряда и разряда, напряжение батарей и плотность электролита.

При буферной работе не реже чем через каждые 12 час. регистрируются дата, время, величина тока буферного агрегата, величина тока нагрузки и плотность электролита.

Нельзя допускать снижения напряжения аккумуляторной батареи ниже установленного предела для данного режима разряда и нельзя снимать с батареи ёмкость, бо́льшую, чем допускает данный режим разряда.

Температура электролита не должна никогда превышать 40° С. Если во время заряда такое повышение будет иметь место, то следует снизить зарядный ток или сделать перерыв в заряде батареи.

Заряд батареи должен производиться не позже, чем через 12 час. после снятия батареи с разряда.

Максимальные величины зарядного и разрядного токов не должны быть больше установленных для данного типа аккумуляторов.

Если аккумуляторная батарея работает в буферном режиме по способу непрерывного подзаряда, напряжение батареи должно поддерживаться в пределах 2,1÷2,2 *в* на кислотный аккумулятор или 1,52÷1,56 *в* на щелочной аккумулятор.

В случае, если электролит в аккумуляторе понизится до верхних кромок пластин или когда плотность электролита заряженного аккумулятора отличается от нормы, необходимо произвести доливку электролита.

Доливка производится во время заряда и не позже чем за 30 мин. до конца заряда.

Плотность электролита в отдельных аккумуляторах батареи не должна отличаться больше чем на 0,005.

После каждого заряда, а при буферной системе питания не реже одного раза в 5 дней необходимо обтирать аккумуляторы и стеллажи от наслоения осадков и пыли.

Один раз в три месяца производится измерение сопротивления изоляции каждой аккумуляторной батареи вместе с проводкой от батареи до зарядно-разрядного щита; при понижении сопротивления изоляции от нормального значения необходимо выяснить и устранить причину.

Рекомендуется пользоваться следующими нормами сопротивления изоляции аккумуляторных батарей, полученными на основании практических наблюдений (табл. 306).

Таблица 306

Нормы сопротивления изоляции аккумуляторной батареи

Напряжение батареи в *в* до	Сопротивление изоляции каждой группы по отношению к земле в *ом* не менее
24	10 000
120	100 000
240	400 000

Сопротивление изоляции батареи по отношению к земле определяется по методу вольтметра.

Вольтметр с внутренним сопротивлением R включают сначала между положительным полюсом батареи, а затем между отрицательным полюсом и землёй и фиксируют показания вольтметра в обоих случаях. Сопротивление изоляции

$$x = R\left(\frac{E}{a+b} - 1\right),$$

где x — искомое сопротивление изоляции;
E — напряжение батареи;
a и b — показания вольтметра.

Один раз в месяц производится осмотр вентиляционной установки в аккумуляторной; обнаруженные дефекты должны быть устранены.

При обслуживании аккумуляторных установок технический персонал обязан регулярно вести записи в журналах установленной формы, в которых отражать все работы и операции с аккумуляторными батареями.

Мотор-генераторы и ртутные выпрямители. Перед пуском мотор-генератора производится проверка общего состояния машины, поверхности коллекторов, колец и щёток, наличия масла в подшипниках у машин, имеющих подшипники с кольцевой смазкой. Ежедневно машина очищается от пыли и грязи.

Рабочие поверхности коллекторов и щёток при загрязнении их протираются чистой тряпкой, смоченной бензином или спиртом.

При непрерывной работе агрегата в буферном режиме действующий агрегат останавливается на время осмотра и заменяется резервным. Чистка машин на ходу категорически запрещается.

Пуск в ход и остановка машин должны осуществляться быстрым включением или выключением рубильников или соответствующих переключателей и пускателей. Пусковые реостаты должны вводиться и выводиться по мере нарастания скорости вращения машины в течение нескольких секунд.

Во время работы мотор-генератора необходимо систематически следить за нагревом подшипников и за искрением на коллекторах. При большом нагреве или искрении машина останавливается для устранения причин.

Подшипники всех типов должны всегда содержаться в чистоте, необходимо своевременно доливать и заменять масло или смазку в подшипниках, следить за их износом.

Для избежания загрязнения смазки крышки подшипников должны всегда плотно закрываться.

Масло в подшипниках с кольцевой смазкой должно всегда находиться на нормальном уровне в соответствии с отметками на подшипниках или маслоуказателе. Доливка масла производится по мере надобности, примерно раз в неделю в зависимости от числа часов работы машины. Замена масла производится от 2 до 4—6 раз в год в зависимости от качества масла.

Шарикоподшипники заполняются смазкой на $^2/_3$ свободного пространства.

Замена смазки в шарикоподшипниках производится примерно раз в год при смазке высокого качества и раз в полгода при смазке среднего качества.

При смене смазки подшипники освобождаются от старой смазки, очищаются от пыли и грязи и промываются керосином или бензином.

При сильном искрении на коллекторе от неудовлетворительного состояния поверхности коллектора последний необходимо отшлифовать. Шлифование производится стеклянной бумагой марки 00 при помощи специально изготовленной для этой цели деревянной колодки. Ширина колодки и бумаги должна быть равна ширине коллектора. После шлифования коллектор тщательно очищается от медной пыли. В более серьёзных случаях производится обточка коллектора.

Один раз в месяц производится подробный осмотр машины, выявляются и устраняются все дефекты.

Один раз в месяц производятся осмотр, проверка состояния всех внутренних частей ртутного выпрямителя и очистка от пыли. Особенно тщательно проверяются гибкие проводники, подходящие к электродам колбы, а также вентилятор. Осмотр выпрямителя производится при отключении питающей сети и снятой нагрузке.

Селеновые и купроксные выпрямители. Один раз в месяц производятся осмотр и при необходимости регулировка селеновых и купроксных выпрямительных установок, а также очистка их от пыли. При осмотре действующие выпрямители выключаются и заменяются запасными.

Нагрев выпрямительных столбиков и отдельных шайб при нормальной нагрузке не должен превышать 75° С для селеновых выпрямителей и 40° С для купроксных.

В случае повышения этой температуры соответствующий столбик должен быть отремонтирован. Если же нагрев происходит от перегрузки выпрямителя, последняя должна быть устранена.

Устройства для автоматической регулировки выпрямленного напряжения должны регулироваться так, чтобы поддерживалась установленная величина напряжения элементов аккумуляторной батареи, работающей буфером с выпрямителем в режиме непрерывного подзаряда.

Контакты реле и контакторов должны прочищаться при каждой проверке выпрямителя, кроме реле высокой чувствительности, герметически закрытых.

Кенотронные, газотроиные, тиратроиные выпрямители. Один раз в десять дней производятся осмотр и при необходимости регулировка кенотронных, газотронных и тиратронных выпрямителей и очистка их от пыли, а также проверяется исправность действия устройств для автоматической регулировки выпрямленного напряжения.

Ежедневно проверяется режим работы выпрямительных ламп—напряжения накала и анода и ток анода.

Зарядно-разрядные щиты. Ежедневно производятся осмотр и проверка состояния приборов и монтажа на зарядно-разрядных щитах и очистка их от пыли. В процессе осмотра устраняются все обнаруженные неисправности.

Один раз в месяц производятся проверка групповых батарейных коммутаторов, их чистка и регулировка. При этом особое внимание обращается на качество работы контактов, устранение нагара на них и чёткость работы стопорных устройств.

Один раз в год производятся чистка и пригонка всех контактов, проверка состояния измерительных приборов и переключателей, проверка предохранителей реостатов, пусковых и тому подобных устройств, ремонт и замена износившихся частей.

Проверка градуировки измерительных приборов производится по мере надобности.

Один раз в три месяца измеряют сопротивления изоляции всех машинных агрегатов и выпрямителей со стороны переменного и постоянного тока как по отношению к земле, так и между сторонами постоянного и переменного тока.

Сопротивление изоляции не должно быть ниже 500 000 *ом*.

Резервные электрические станции. Один раз в десять дней производится пробный запуск блок-станции на период времени от 5 до 20 мин. с целью проверки её работы.

При пробном запуске на блок-станции включается полная рабочая нагрузка.

Обнаруженные неисправности и ненормальности во время пробного запуска должны немедленно устраняться.

Один раз в три месяца производятся тщательная проверка и чистка агрегатов блок-станции с необходимой частичной разборкой, регулировкой и заменой износившихся частей.

Основные указания по технике безопасности

Для защиты обслуживающего персонала от несчастных случаев должны проводиться следующие предупредительные мероприятия.

В генераторном помещении. а) Станины машин, а также каркасы выпрямителей и зарядно-разрядных щитов должны надёжно заземляться.

б) Рубильники, включающие цепи с напряжением выше 220 *в*, должны закрываться защитными чехлами или должны располагаться на внутренней стороне аппаратуры и иметь привод на передней стороне. Желательно применение защитных чехлов для рубильников и при более низких напряжениях.

в) Плавкие вставки предохранителей должны заключаться в патроны или трубки из несгораемого материала.

г) Вращающиеся части машин (валы, соединительные муфты и т. д.) должны закрываться защитными кожухами.

д) Колбы ртутных выпрямителей должны быть закрыты таким образом, чтобы свет их не попадал в глаза обслуживающего персонала.

е) С обеих сторон зарядно-разрядного щита должны быть положены резиновые коврики.

ж) Переносные лампы должны иметь рукоятки и каркасы из изолирующих материалов, а шнур их должен быть заключён в резиновую трубку.

В аккумуляторном помещении. а) Вентиляционная установка аккумуляторного помещения должна быть в полной исправности.

б) В помещении должен быть полный комплект резиновой прозодежды для работы с кислотами и щелочами, причём на этой прозодежде не должно быть никаких разрывов и повреждений.

в) В помещении должен быть всегда наготове раствор для нейтрализации электролита, попавшего на одежду или на кожу человека (раствор соды для кислотной аккумуляторной или раствор борной кислоты для щелочной аккумуляторной).

г) Работа водородного сварочного аппарата внутри аккумуляторного помещения может допускаться лишь при соблюдении следующих обязательных условий: зарядка всех аккумуляторных батарей, находящихся в данном помещении, должна быть прекращена, а вентиляционная установка должна быть пущена в ход.

д) Внутри аккумуляторного помещения может быть допущено только электрическое освещение, причём все выключатели и штепсельные розетки должны располагаться вне аккумуляторного помещения.

е) Вход в аккумуляторное помещение с огнём категорически запрещается.

ж) Дверь аккумуляторного помещения должна быть устроена таким образом, чтобы она открывалась наружу, а не внутрь помещения.

з) В аккумуляторные помещения разрешается входить только обслуживающему персоналу. Входные двери должны быть всегда закрыты.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

1. Акульшин П. К. и др. Теория связи по проводам, Связьиздат, М. 1940.
2. Аппаратура дальней связи. Информационный сборник, Связьиздат, М. 1947.
3. Аппаратура уплотнения стальных цепей. Информационный сборник, Связьиздат, М. 1948.
4. Баев Н. А. Телефонные промежуточные усилители, теория и принципы расчёта, Связьтехиздат, М. 1937.
5. Баев Н. А. и Егоров К. П. Основы дальней связи, Связьиздат, М. 1948.
6. Баев Н. А. и Новиков В. А. Телефонирование по воздушным линиям связи, Связьрадиоиздат, М. 1938.
7. Баев Н. А. и др. Дальняя связь, Связьиздат, М. 1940.
8. Беленко К. М. Автоматические телефонные станции НКПС, Трансжелдориздат, М. 1937.
9. Величутин В. И. и Зелигер Н. Б. Телеграфия, ч. 2, Связьиздат, М. 1939.
10. Витенберг М. И. Расчёт телефонных и кодовых реле, Госэнергоиздат, 1947.
11. Волоцкой А. Н. Руководство электромеханику и монтёру местной телефонной станции и сети, Трансжелдориздат, М. 1946.
12. Головин Г. И. и Эпштейн С. Л. Русские изобретатели в телефонии, Связьиздат, М. 1949.
13. Горбунов А. В. Девятикратный аппарат Бодо, Связьиздат, М. 1943.
14. Гусев С. С. Дуплексные схемы аппарата СТ-35, Связьиздат, М. 1943.
15. Дальняя связь (система дальней связи в США и Англии). Сборник передовых статей, Связьиздат, М. 1940.

16. Дальняя связь. Сборник. Зарубежные системы кабельных связей, Связьиздат, М. 1946.
17. 12-канальная система телефонирования по воздушным цепям типа J-2, Связьиздат, М. 1946.
18. Дивногорцев Г. П. и др. Дальняя связь, Связьиздат, М. 1948.
19. Добровольский Г. В. Анализ нелинейных многополюсников (применительно к преобразователям частоты), изд. АН СССР, М. 1947.
20. Добровольский Г. В. Многократные телеграфно-телефонные связи, ч. I и II, Связьрадиоиздат, М. 1938.
21. Добровольский Г. В. Системы дальней телефонной связи, изд. АН СССР, М.—Л. 1948.
22. Дубовик В. А. Аппаратура тонального телеграфирования, Связьиздат, М. 1949.
23. Дюфур С. Л. и др. Инженерно-технический справочник по аппаратуре дальней связи, изд. НИТО Октябрьской ж. д., Л. 1949.
24. Егоров К. П. Особенности проектирования систем дальней высокочастотной связи по кабелям, Связьиздат, М. 1949.
25. Жданов И. М. и др. Автоматические телефонные станции, ч. 2, Связьиздат, М. 1945.
26. Зверев А. И. Электропитающие устройства телефонных станций, Трансжелдориздат, М. 1940.
27. Игнатьев А. Д. Телеграфия, ч. 1, Связьиздат, М. 1940.
28. Инженерно-технический справочник по электросвязи, т. 1 — 6, Связьиздат, М. 1942—1948.
29. Инструкция по измерению телефонных цепей и телеграфных проводов постоянным током, Связьиздат, М. 1944.
30. Инструкция по обслуживанию источников электропитания устройств связи, Трансжелдориздат, М. 1940.
31. Кармазов М. Г. Автоматическая телефония, Связьиздат, М. 1947.
32. Кармазов М. Г. и др. Организация и эксплуатация междугородной телефонной связи, Связьиздат, М. 1948.
33. Кармазов М. Г. и Бабурин М. Н. Организация и эксплуатация городских телефонных сетей, Связьиздат, М. 1948.
34. Калинин И. Источники питания для электрических средств связи, Воениздат, М. 1940.
35. Каталог на новые реле для устройств связи и сигнализации МПС, 1950.
36. Каталог телефонной аппаратуры, ч. 1 — 6, М. 1948 — 1949 (М-во промышленности средств связи СССР).
37. Китаев Е. В. Телефония, Трансжелдориздат, М. 1945.
38. Коваленков В. И. Теория передачи по линиям электросвязи, т. 1 — 2, Гостехсвязьиздат, М. 1937 — 1938.
39. Комаров Б. С. Электропитание предприятий проводной связи, Связьиздат, М. 1949.
40. Комаров Б. С. Электропитание и электрооборудование предприятий проводной связи, Связьиздат, М. 1940.
41. Кощеев И. А. Теория связи по проводам, Связьиздат, М. 1945.
42. Кризе С. Н. Усилители низкой частоты, Воениздат, М. 1940.
43. Круг К. А. Переходные процессы в линейных электрических цепях, Госэнергоиздат, М. 1948.
44. Кудинов В. В. Руководство электромеханику и монтёру избирательной связи, изд. 3-е. Трансжелдориздат, М. 1951.
45. Кулешов В. Н. Теория кабелей связи, Связьиздат, М. 1950.
46. Кульбацкий К. Е. и Шур Б. И. Аппаратура высокочастотного телефонирования типа СОС-3ф и СОТ-3ф, Трансжелдориздат, М. 1946.
47. Ламтев Н. Н. Стационарные аккумуляторные установки, Госэнергоиздат, М. — Л. 1947.
48. Ламтев Н. Н. Ремонт стационарных аккумуляторных установок, Госэнергоиздат, М.—Л. 1940.
49. Лобастов В. Д. Центральные телеграфные станции, Связьрадиоиздат, М. 1938.
50. Львов А. Г. Общий курс телеграфии, изд. 2-е, Связьиздат, М. 1938.
51. Мартьянов Б. К. Телефонные станции ручного обслуживания, Связьиздат, М. 1946.
52. Мартьянов Б. К. Междугородные телефонные станции, Связьиздат, М. 1948.
53. Мартьянов Б. К. Конструирование телефонной аппаратуры, Госэнергоиздат, Л. — М. 1949.
54. Мархай Е. В. и Бабицкий И. А. Автоматическая телефония, Связьиздат, М. 1950.
55. Наумов П. А. и др. Телеграфия, Связьиздат, М. 1948.
56. Орлов Н. А. и Сапков Г. Н. Руководство электромеханику и монтёру телеграфной связи, Трансжелдориздат, М. 1944.
57. Основные нормы и рекомендации МККФ. Дальняя связь, М. 1948.
58. Першин А. К. Селекторный вызов в телефонных цепях, Трансжелдориздат, М. 1939.
59. Пионтковский Б. А. Гальванические элементы, Связьиздат, М. 1944.
60. Погодин А. М., Кривицкий К. А. и Падерно И. П. Аппаратура высокочастотного телефонирования на железнодорожном транспорте, Трансжелдориздат, М. 1948.
61. Правила и нормы проектирования железнодорожных АТС шаговой системы, Трансжелдориздат, 1950.
62. Рогинский В. Н. и Збар Н. Р. Дальняя автоматическая телефонная связь, Трансжелдориздат, М. 1951.
63. Рогинский В. Н. и Збар Н. Р. Железнодорожные автоматические телефонные станции, Трансжелдориздат, М. 1948.
64. Романов П. П. Стартстопный аппарат Т-15, Трансжелдориздат, М. 1940.
65. Сборник материалов по проектированию устройств связи, Союзтранспроект МПС, 1941.
66. Сборник нормалей по проектированию устройств связи, т. II, Союзтранспроект МПС, 1950.
67. Сводный каталог на химические источники тока, ЕТИ МПСС, М. 1950.
68. Справочник по транспортной связи и СЦБ, т. 2, изд. 5-е, Трансжелдориздат, М. 1947.
69. Телеграфный аппарат СТ-35, Связьиздат, М. 1945.
70. Тюрморезов В. Е. Руководство аккумуляторщику транспортной связи, Трансжелдориздат, М. 1942.
71. Фарафонов Л. С. и др. АТС-47. Связьиздат, М. 1951.
72. Фельдман А. Б. Новые способы электропитания узлов связи железных дорог. Трансжелдориздат, М. 1950.
73. Шуплов В. И. Методы расчёта рабочего затухания в телефонных цепях, Трансжелдориздат, М. 1939.
74. Шуплов В. И. и др. Автоматическая дальняя телефонная связь на железнодорожном транспорте. Трансжелдориздат. М. 1949.

РАДИОТЕХНИКА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

1. Адамский В. К. Радиоприёмные центры, Связьиздат, М. 1949.
2. Альбом-справочник по оборудованию радиотрансляционных узлов. Под редакцией В. А. Новикова, Связьиздат, М., 1948.
3. Барковский Н. А. и Коммодов А. М. Внутристанционная радиосвязь, Трансжелдориздат, М. 1951.
4. Власов В. Ф. Электровакуумные приборы, Связьиздат, М. 1949.
5. Гинкин Г. Г. Справочник по радиотехнике. Изд. 4-е, перераб. Госэнергоиздат, М.—Л. 1948.
6. Крылов Н. Н. Импульсная техника. Связьиздат, М. 1950.
7. Лютов С. А. Индустриальные помехи радиоприёму и борьба с ними. Госэнергоиздат, М.-Л. 1951.
8. Шистолькорс А. А. Антенны. Связьиздат. М. 1947.
9. Рамлау П. Н. Радиотехника. Трансжелдориздат, М. 1950.
10. Справочник по радиотехнике под общей редакцией Б. А. Смиренина, Госэнергоиздат, М.-Л., 1950.
11. Терентьев В. П. Электропитание радиоустройств, Связьиздат, М. 1948.

ЧАСОВОЕ ХОЗЯЙСТВО

1. Монтаж и обслуживание электрочасовых установок, Машгиз, М. 1950.
2. Трояновский В. В. Электрические часы, Машгиз, М. 1949.

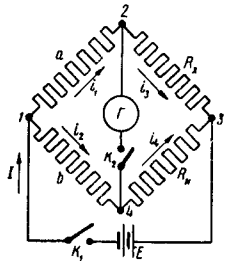
ИЗМЕРЕНИЯ

*

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ

Измерение сопротивлений по методу моста

Метод моста является наиболее точным из всех методов, применяемых для измерения сопротивлений. Схема моста (фиг. 1) состоит из четырёх сопротивлений, называемых плечами моста: a и b — балансные плечи, R_N — сравнительное и R_x — измеряемое. Величина измеряемого сопротивления R_x определяется из условия равновесия моста:



Фиг. 1. Схема моста постоянного тока

$$R_x = \frac{a}{b} R_N. \qquad (1)$$

Мост считается уравновешенным, после того как стрелка гальванометра $Г$ установится на нуль, а это будет иметь место при равенстве потенциалов в точках *2* и *4* ($i_1 = i_3$ и $i_2 = i_4$).

Измерение сопротивлений по методу моста можно производить двояко: 1) установив определённое отношение балансных плеч моста $\frac{a}{b}$, изменяют величину сравнительного сопротивления R_N до тех пор, пока стрелка гальванометра не установится на нуль, или 2) установив определённую величину R_N, подбирают такое значение отношения $\frac{a}{b}$, при котором выполняется то же условие.

В процессе измерений манипуляции производят в определённом порядке: перед измерением сначала замыкают цепь батарен E (ключ K_1), а затем цепь гальванометра (ключ K_2); после измерения выключение производят в обратном порядке.

Измерение сопротивлений по методу амперметра и вольтметра

При измерениях этим методом можно применять две схемы включения приборов (фиг. 2 и 3).

Величину измеряемого сопротивления R_x определяют по формулам:

для схемы фиг. 2

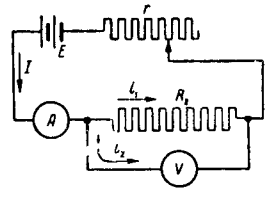
$$R_x = \frac{u}{I - \frac{u}{r_в}}; \qquad (2)$$

для схемы фиг. 3

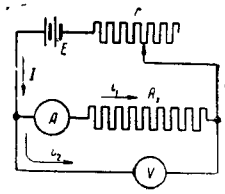
$$R_x = \frac{u}{i_1} - r_a. \qquad (3)$$

В этих формулах u — показания вольтметра в $в$; I и i_1 — показания амперметра в $а$; $r_в$ — сопротивление вольтметра в *ом* и r_a — сопротивление амперметра в *ом*.

Метод амперметра и вольтметра по своей точности значительно уступает методу моста, однако его целесообразно применять в тех случаях, когда величина измеряемого сопротивления зависит от величины тока и когда необходимо учесть эту зависимость. Установление нужной величины тока осуществляется при помощи реостата r.



Фиг. 2. Схема измерения сопротивлений по методу амперметра и вольтметра—вариант 1



Фиг. 3. Схема измерения сопротивлений по методу амперметра и вольтметра — вариант 2

При выборе схемы измерения руководствуются следующим правилом: если $R_x < \sqrt{r_a r_в}$, то применяют схему фиг. 2, в противном случае — схему фиг. 3.

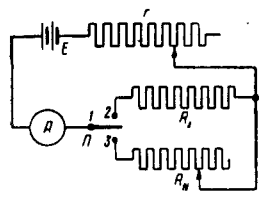
Измерение сопротивлений по методу замещения

В положении *1—2* переключателя $П$ (фиг. 4) замечают отклонение стрелки прибора $А$ (обычно миллиамперметр); после этого переводят переключатель $П$ в положение *1 — 3* и, изменяя величину сопротивления R_N, добиваются такого же отклонения стрелки. Тогда

$$R_x = R_N. \qquad (4)$$

При измерении необходимо следить за постоянством напряжения E батарен.

Данный метод применим для измерения сопротивлений примерно от 2 000 *ом* и более.

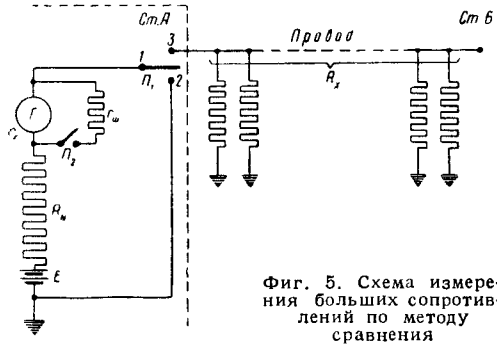


Фиг. 4. Схема измерения сопротивлений по методу замещения

Измерение больших сопротивлений по методу сравнения

Метод сравнения применяется только для измерения больших сопротивлений, начиная примерно с 1 *мгом*. В силу этого им пользуются обычно для измерения сопротивления изоляции между проводами или между проводом и землёй на воздушных и кабельных линиях связи.

Схема фиг. 5 изображена применительно к измерению сопротивления одиночного провода по отношению к земле.



Фиг. 5. Схема измерения больших сопротивлений по методу сравнения

Измерение производится в два приёма.

Сначала переключатель $П_1$ переводится в положение *1—2*; при этом ток от измерительной батареи E пройдёт через гальванометр $Г$ и включённое последовательно с ним сравнительное эталонное сопротивление R_N и стрелка гальванометра (магнитоэлектрической системы) отклонится на α_1 делений.

Затем переключатель $П_1$ переводят в положение *1—3*; тогда ток измерительной батареи пройдёт через гальванометр и оба включённых последовательно сопротивления (R_N — сравнительное и R_x — измеряемое) и стрелка гальванометра отклонится на α_2 делений.

Искомая величина сопротивления изоляции R_x определяется по формуле

$$R_x = R_N \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{\alpha_2}. \qquad (5)$$

При измерениях сопротивления изоляции пользуются гальванометрами совместно с шунтами, так как это необходимо для изменения пределов чувствительности приборов и, следовательно, для расширения пределов измерений.

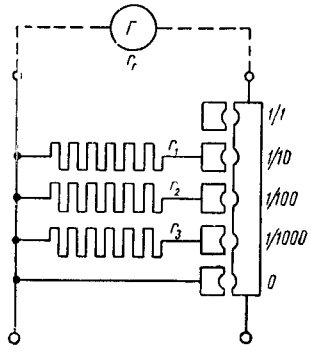
В конструктивном отношении шунты разделяются на рычажные и штепсельные, а по своим принципиальным схемам — на простые и универсальные.

На фиг. 6 приведена схема простого (штепсельного) шунта с коэфициентами шунтирования $\frac{1}{n}$, равными $\frac{1}{1}$; $\frac{1}{10}$; $\frac{1}{100}$; $\frac{1}{1\,000}$.

Для каждой ступени шунтирования между сопротивлениями шунта и гальванометра должна существовать зависимость

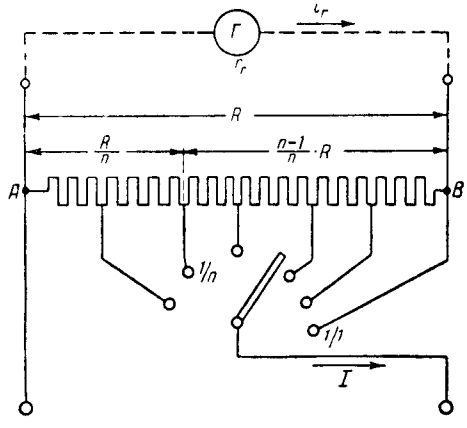
$$r_n = \frac{r_г}{n-1}, \qquad (6)$$

где r_n — сопротивление шунта и $r_г$ — сопротивление гальванометра.



Фиг. 6. Схема простого шунта

На фиг. 7 приведена схема универсального (рычажного) шунта, который может быть применён с гальванометром, имеющим любое внутреннее сопротивление $r_г$ (вплоть до $r_г > R$).



Фиг. 7. Схема универсального шунта

В положении шунта $\frac{1}{1}$ гальванометр будет зашунтирован сопротивлением R. Во всех других положениях шунта, например, в положении $\frac{1}{n}$, сопротивление от точки A до взятого отвода $\left(\frac{R}{n}\right)$ будет являться собственно шунтом, а другая часть сопротивления до точки B $\left(\frac{n-1}{n}R\right)$ будет представлять собой дополнительное сопротивление к гальванометру; при этом через гальванометр пройдёт $\frac{1}{n}$

часть тока по сравнению с током, проходившим через гальванометр в положении $\frac{1}{1}$

Недостатком универсальных шунтов является некоторое понижение чувствительности гальванометров за счёт шунтирования их уже в положении $\frac{1}{1}$.

Приведённые схемы шунтов (фиг. 6 и 7) не имеют постоянства сопротивления ни со стороны гальванометра, ни со стороны измерительной схемы. Существуют и более сложные конструкции шунтов, обладающие постоянством сопротивления с одной или с обеих сторон схемы, независимо от положения переключателей (штепселей).

Выражение (5), позволяющее вычислять измеренную величину сопротивления изоляции R_x, справедливо для тех случаев, когда шунт не применялся в процессе измерений.

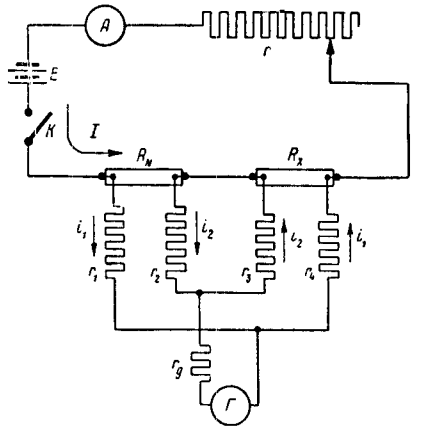
Если же при измерениях используется шунт, то формула для вычисления R_x будет иметь следующий вид:

$$R_x = R_N \frac{\alpha_1 n - \alpha_2 m}{\alpha_2 m}, \qquad (7)$$

где n и m — коэфициенты (1, 10, 100 или 1 000), соответствующие положению шунтов при первом и втором этапах измерений.

Измерение малых сопротивлений по методу двойного моста

Метод двойного моста служит для измерения сопротивлений меньше 1 *ом* (проволока, спайки и сростки). Измерение этим методом состоит в том, что через сопротивления R_N (эталонное, малой величины) и R_x (измеряемое) пропускают ток I порядка 2—3 *а* (фиг. 8);



Фиг. 8. Схема двойного моста

величину тока устанавливают при помощи реостата *r*.

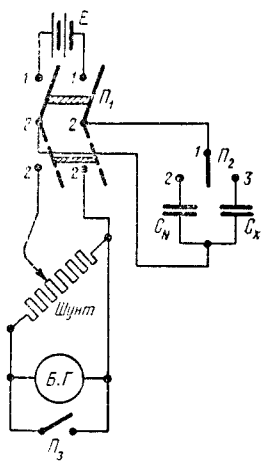
Затем, изменяя величины сопротивлений в балансных плечах моста r_1, r_2, r_3 и r_4, добиваются равновесия моста.

Обычно подбирают балансные плечи так, чтобы $r_1 = r_2$ и $r_3 = r_4$. Тогда подсчёт величины измеренного сопротивления R_x производят по формуле:

$$R_x = R_N \frac{r_4}{r_1} = R_N \frac{r_3}{r_2}. \qquad (8)$$

Измерение ёмкости баллистическим методом

При измерении данным методом требуется гальванометр с увеличенным моментом инерции (баллистический), у которого отброс стрелки пропорционален количеству электричества, прошедшему через гальванометр. Метод основан на сравнении ёмкостей двух конденсаторов: C_N — эталонного и C_x — измеряемого (фиг. 9).



Фиг. 9. Схема измерения ёмкости баллистическим методом

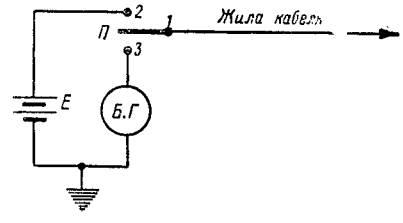
Обоим конденсаторам поочерёдно сообщают заряды (переключая рубильник $П_2$ в положения *1—2* и *1—3*) от батареи *E* (в положении *1 — 1* рубильника $П_1$). Затем конденсаторы поочерёдно разряжают на гальванометр (в положении *2—2* рубильника $П_1$) и замечают отклонения α_N и α_x стрелки гальванометра. Подсчёт величины измеренной ёмкости производят по формуле

$$C_x = C_N \frac{\alpha_x}{\alpha_N}. \qquad (9)$$

Для получения большей точности необходимо брать эталонную ёмкость, близкую по величине к измеряемой. При значительном отличии величин ёмкостей для получения более равных зарядов следует заряжать конденсаторы, пользуясь различными величинами напряжения батареи.

Тогда

$$C_x = C_N \frac{E_N \alpha_x}{E_x \alpha_N}. \qquad (10)$$



Фиг. 10. Схема измерения ёмкости жилы кабеля по отношению к земле

Примерная схема измерения ёмкости жилы кабеля по отношению к земле приведена на фиг. 10 .

При измерении в положении *1 — 2* переключателя *П* измеряемой жиле примерно в те-

чение $^1/_2$ — 1 мин. сообщается заряд, а затем в положении *1—3* жила разряжается на баллистический гальванометр *Б.Г.*

ОСНОВНЫЕ ЭКСПЛОАТАЦИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ

Измерения сопротивления и сопротивления изоляции проводов. Поправки при измерениях в сырую погоду

Целью измерений сопротивления и сопротивления изоляции проводов является оценка их состояния путём сравнения результатов измерений с установленными нормами. Так как нормы даются для километрических значений соответствующих электрических величин, то и измеренные данные должны быть приведены к 1 *км* провода по следующим формулам:

а) для сопротивления

$$r = \frac{R_1}{l}, \qquad (11)$$

или

$$r = \frac{R_ш}{2l}. \qquad (12)$$

В этих выражениях

r — сопротивление одиночного провода в *ом/км*;

R_1 — сопротивление одиночного провода на всём протяжении измеряемого участка в *ом*;

$R_ш$ — сопротивление двухпроводной цепи (шлейфа) на всём протяжении измеряемого участка в *ом*;

l — длина измеряемого участка в *км*;

б) для сопротивления изоляции

$$w = Wl, \qquad (13)$$

где w — сопротивление изоляции одиночного провода по отношению к земле, или сопротивление изоляции между проводами в *ом · км* или *мгом · км*;

W — сопротивление изоляции одиночного провода по отношению к земле или сопротивление изоляции между проводами на всём протяжении измеряемого участка в *ом* или *мгом*.

При измерениях проводов необходимо фиксировать температуру $t°$C, при которой производились измерения; температуру определяют по крайней мере в начальном и конечном пунктах измеряемого провода (цепи) и при расчётах берут среднее значение

$$t^{\circ}_{ср} = \frac{t^{\circ}_1 + t^{\circ}_2}{2}. \qquad (14)$$

В случае необходимости приведения измеренной величины сопротивления к сопротивлению при определённой температуре (например при $t = 20°$C) пересчёт производят по формуле

$$r_t = r_{20}[1 + \alpha(t - 20)], \qquad (15)$$

где r_{20} — сопротивление провода в *ом* при + 20°C; r_t — то же при $t°$C и α — температурный коэфициент (равный для меди 0,00393, биметалла — 0,0041 и стали — 0,00455).

В тех случаях, когда измерения проводов производят при пониженной изоляции (в сырую погоду), при подсчётах сопротивления и сопротивления изоляции необходимо вносить соответствующие поправки. Дело в том, что при измерении сопротивления проводов в действительности измеряется так называемое сопротивление короткого замыкания $R_{к.з}$; в свою очередь при измерении сопротивления изоляции измеряется так называемое сопротивление холостого хода $R_{х.х}$.

Величины $R_{к.з}$ и $R_{х.х}$ тем значительнее отличаются от фактических величин сопротивления и сопротивления изоляции (первое — в сторону уменьшения, а второе — в сторону увеличения), чем ниже изоляция проводов.

С учётом поправки формулы будут иметь следующий вид:

$$R_д = R_{к.з}\,к; \qquad (16)$$

$$W_д = \frac{R_{х.х}}{к}, \qquad (17)$$

где $R_д$ и $W_д$ — действительные величины сопротивления и сопротивления изоляции цепи;

$R_{к.з}$ и $R_{х.х}$ — измеренные величины сопротивлений короткого замыкания и холостого хода цепи;

$к$ — поправочный коэфициент.

Поправочный коэфициент, являясь функцией измеренных величин $R_{к.з}$ и $R_{х.х}$, может быть для каждого случая подсчитан по формуле

$$к = \frac{\frac{1}{2}\ln\dfrac{1 + \sqrt{\dfrac{R_{к.з}}{R_{х.х}}}}{1 - \sqrt{\dfrac{R_{к.з}}{R_{х.х}}}}}{\sqrt{\dfrac{R_{к.з}}{R_{х.х}}}}. \qquad (18)$$

Значения поправочного коэфициента $к$ приведены в табл. 1. Поправку практически следует вводить в тех случаях, когда $\frac{R_{к.з}}{R_{х.х}} \geqslant 0{,}025$.

Измерение асимметрии сопротивления проводов двухпроводной цепи

Абсолютной асимметрией двухпроводной цепи по сопротивлению называют разность сопротивлений её проводов R_1 и R_2, т. е. величину

$$A = (R_1 - R_2). \qquad (19)$$

Относительная асимметрия цепи в процентах вычисляется по формуле

$$A = \frac{2(R_1 - R_2) \cdot 100\%}{R_1 + R_2}. \qquad (20)$$

Измерение асимметрии двухпроводных цепей может быть произведено двумя способами — способом заземлённого шлейфа, который

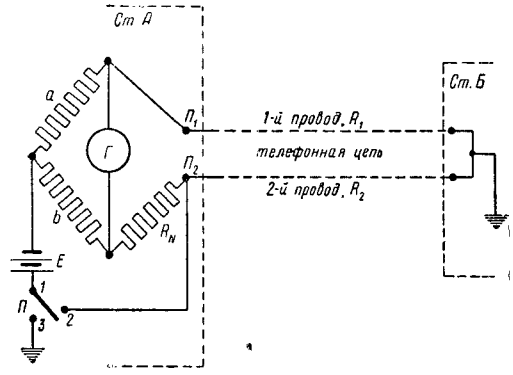
Таблица 1

Значение поправочного коэфициента к

$\frac{R_{к.з}}{R_{х.х}}$	к	$\frac{R_{к.э}}{R_{х.х}}$	к
0	1	0,675	1,415
0,005	1,002	0,70	1,447
0,01	1,004	0,725	1,481
0,05	1,018	0,75	1,521
0,10	1,035	0,775	1,563
0.15	1,055	0,80	1,603
0,20	1,076	0,825	1,670
0,25	1,097	0,85	1,738
0,30	1,123	0,875	1,815
0,35	1,150	0,90	1,920
0,40	1,178	0,91	1,966
0,45	1,211	0,92	2,016
0,50	1,246	0,93	2,074
0,525	1,265	0,94	2,142
0,55	1,287	0,95	2,263
0,575	1,307	0,96	2,345
0,60	1,331	0,97	2,424
0,625	1,357	0,98	2,674
0,65	1,384		

употребляется преимущественно при измерениях на воздушных линиях, и способом трёх сумм, наиболее удобным при измерениях кабельных линий, в особенности при проверке кабелей большой ёмкости.

Способ заземлённого шлейфа. Измерение асимметрии двухпроводной цепи по способу заземлённого шлейфа осуществляется при помощи моста постоянного тока (фиг. 11).



Фиг. 11. Схема измерения асимметрии двухпроводной цепи по способу заземлённого шлейфа

Перед измерением со станции A оба провода цепи ($П_1$ и $П_2$) на противоположном конце участка (на станции $Б$) соединяют накоротко и заземляют.

Измерение производят в два этапа. Сначала в положении $1-2$ переключателя $П$ измеряют сопротивление шлейфа $R_ш$, равное сумме сопротивлений обоих проводов:

$$R_ш = R_1 + R_2. \qquad (21)$$

Затем, переводя переключатель $П$ в положение $1—3$, снова добиваются равновесия моста, после чего на основании полученных результатов вычисляют сопротивление R_2 провода $П_2$:

$$R_2 = \frac{R_ш - \frac{a}{b} R_N}{1 + \frac{a}{b}}, \qquad (22)$$

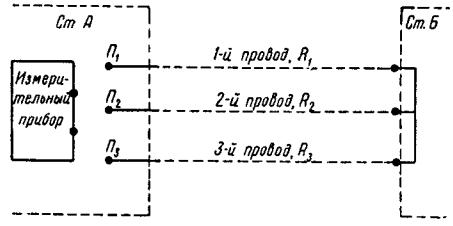
где $\frac{a}{b}$ — отношение сопротивлений балансных плеч моста.

Сопротивление R_1 провода $П_1$ найдётся:

$$R_1 = R_ш - R_2. \qquad (23)$$

Зная величины R_1 и R_2, находят величину асимметрии по формуле (19).

Способ трёх сумм. Для измерения асимметрии двухпроводной цепи по способу трёх сумм необходимо воспользоваться третьим подсобным проводом. Перед измерением со станции A (фиг. 12) все три провода на станции $Б$ соединяют накоротко. Затем в после-



Фиг. 12. Схема измерения асимметрии двухпроводной цепи по способу трёх сумм

довательном порядке производят три измерения проводов, взятых попарно:

$$R_{ш1} = R_1 + R_2; \qquad (24)$$

$$R_{ш2} = R_2 + R_3; \qquad (25)$$

$$R_{ш3} = R_1 + R_3. \qquad (26)$$

Из полученных трёх уравнений находят величины сопротивления каждого из трёх проводов:

$$R_1 = \frac{R_{ш1} + R_{ш3} - R_{ш2}}{2}; \qquad (27)$$

$$R_2 = \frac{R_{ш1} + R_{ш2} - R_{ш3}}{2}; \qquad (28)$$

$$R_3 = \frac{R_{ш2} + R_{ш3} - R_{ш1}}{2}. \qquad (29)$$

Величина асимметрии A двухпроводной цепи $П_1—П_2$ найдётся как разность сопротивлений R_1 и R_2.

При измерении многожильных кабелей описанным порядком измеряют и подсчитывают только сопротивление первых трёх жил; сопротивление остальных жил определяется значительно проще.

Берётся, например, первая жила, а к ней на станции $Б$ присоединяется четвёртая жила и измеряется сопротивление шлейфа: $R_{ш4} = R_1 + R_4$. Так как сопротивление первой жилы уже известно, то легко определить и величину R_4:

$$R_4 = R_{ш4} - R_1. \qquad (30)$$

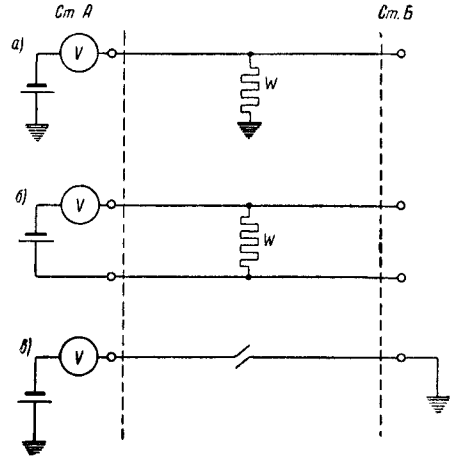
Таким же образом, совместно с первой жилой измеряются и все остальные, а величины их сопротивлений определяют простым вычитанием.

Способами заземлённого шлейфа и трёх сумм следует производить и измерения сопротивления одиночных телеграфных проводов, так как при этом исключаются ошибки и неточности, присущие непосредственному измерению однопроводных цепей с возвратом тока через землю.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ

Виды и признаки повреждений; предварительные испытания повреждённых проводов

Наиболее характерными видами повреждений воздушных и кабельных линий связи и СЦБ являются: заземление, сообщение и обрыв проводов, а также повышенная асимметрия сопротивления проводов двухпроводных цепей.



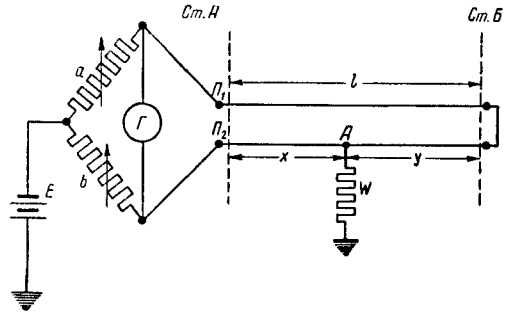
Фиг. 13. Схемы испытания проводов для определения характера повреждения

Для быстрого определения вида повреждения необходимо произвести простейшие испытания проводов при помощи вольтметра или миллиамперметра с добавочным сопротивлением; измерительный прибор и батарею при этом включают так, как показано на фиг. 13.

Каждому виду повреждений свойственны свои характерные признаки; по этим признакам, а также по показаниям приборов и судят о происшедшем повреждении (табл. 2).

Определение места заземления проводов

Способ заземлённого шлейфа — схема Муррея (фиг. 14). При наличии в кабеле или на воздушной линии кроме заземлённого провода



Фиг. 14. Определение места заземления проводов по способу заземлённого шлейфа—схема Муррея

($П_2$) ещё хотя бы одного исправного ($П_1$) последний используют в качестве подсобного. Наиболее просто определяется место заземления провода (точка *А*) в том случае, когда повреждённый и подсобный провода имеют одинаковый материал и диаметр. При измерении со станции *А* на противоположном конце участка (станция *Б*) оба провода соединяют друг с другом. Измерение состоит в установлении равновесия моста. В результате измерения расстояние *x км* от станции

Таблица 2

Виды и признаки повреждений проводов

Вид повреждения	Признаки повреждения	Схема испытания и показания прибора
Заземление провода	Уменьшение входящего тока в однопроводной телеграфной цепи. Появление шума в двухпроводной телефонной цепи; при заземлении обоих проводов увеличивается затухание цепи, что сопровождается ослаблением слышимости	Фиг 13, *а*; стрелка прибора отклонится тем больше, чем меньше величина переходного сопротивления *W* в месте заземления
Сообщение проводов	Ослабление или полное прекращение действия телефонной цепи (при сообщении проводов цепи) или появление шумов в телефонной цепи (при сообщении с телеграфным проводом или проводом соседней телефонной цепи)	Фиг. 13, *б*; стрелка прибора отклонится
Обрыв проводов	Прекращение тока в телеграфной однопроводной цепи. Прекращение действия в телефонной цепи	Фиг. 13, *в*; отклонения стрелки не наблюдается
Повышенная асимметрия сопротивления	Появление шума в двухпроводной телефонной цепи	Величина асимметрии определяется по способу заземлённого шлейфа

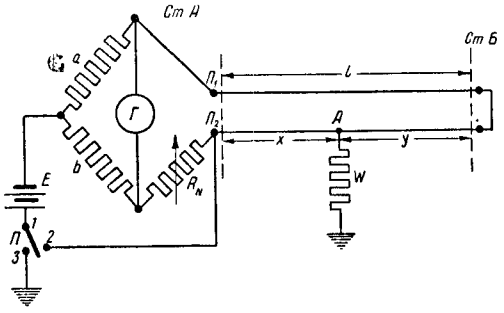
A до места заземления может быть определено из формулы

$$x = \frac{2l}{1 + \frac{a}{b}} \text{ км}, \qquad (31)$$

где l — длина измеряемого участка $АБ$ в *км*;
a и b — сопротивления балансных плеч моста в *ом*.

Если возможно, для проверки результата измерение производят со станции $Б$ и определяют расстояние y *км* от станции $Б$ до места заземления.

Способ заземлённого шлейфа—схема Варлея. Случай 1. Оба провода (повреждённый $П_2$ и подсобный $П_1$) имеют одинаковый диаметр и материал. По схеме фиг. 15 про-



Фиг. 15. Определение места заземления проводов по способу заземлённого шлейфа—схема Варлея, случай 1

изводят два измерения. Вначале при положении *1—2* переключателя $П$ измеряют сопротивление $R_ш$ шлейфа из двух проводов; найденное сопротивление равно:

$$R_ш = 2rl, \qquad (32)$$

где r — сопротивление одиночного провода в *ом* на 1 *км*.

Затем при положении *1 — 3* переключателя $П$ производят второе измерение и после установления равновесия моста записывают величины сопротивлений a, b и R_N.

Расстояние x *км* до места заземления определится при этом из формулы

$$x = \frac{R_ш - \frac{a}{b}R_N}{r\left(1 + \frac{a}{b}\right)} \text{ км}. \qquad (33)$$

При равенстве сопротивлений балансных плеч ($a=b$), что обычно и практикуют, формула (33) принимает очень простой вид

$$x = l\left(1 - \frac{R_N}{R_ш}\right) \text{ км}. \qquad (34)$$

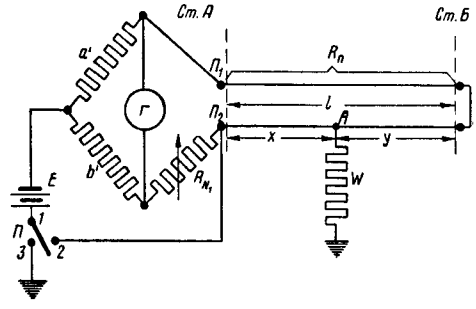
Случай 2. Провода имеют различные материалы и диаметр, но величина сопротивления $R_п$ подсобного провода $П_1$ может быть определена заранее путём самостоятельных измерений.

В этом случае по схеме фиг. 16 производят два измерения. Вначале в положении *1 — 2* переключателя $П$ измеряют сопротивление шлейфа $R_ш$ из двух проводов:

$$R_ш = R_п + rl. \qquad (35)$$

Из формулы (35) вычисляют сопротивление повреждённого провода r *ом/км*:

$$r = \frac{R_ш - R_п}{l} \text{ ом/км}. \qquad (36)$$



Фиг. 16. Определение места заземления проводов по способу заземлённого шлейфа—схема Варлея, случай 2

Затем в положении *1—3* переключателя $П$ производят второе измерение, из результатов которого получают

$$x = \frac{R_ш - \frac{a'}{b'}R_{N_1}}{r\left(1 + \frac{a'}{b'}\right)} \text{ км}. \qquad (37)$$

Если балансные плечи моста одинаковы ($a' = b'$), то:

$$x = \frac{R_ш - R_{N_1}}{2r} \text{ км}. \qquad (38)$$

Случай 3. Провода имеют различные материал и диаметр, а сопротивление $R_п$ подсобного провода неизвестно и не может быть найдено путём предварительных измерений. Для определения места повреждения в этом случае следует произвести три измерения. При первом измерении, которое может быть произведено со станции $А$ или $Б$, определяют сопротивление шлейфа $R_ш$

$$R_ш = R_п + rl. \qquad (39)$$

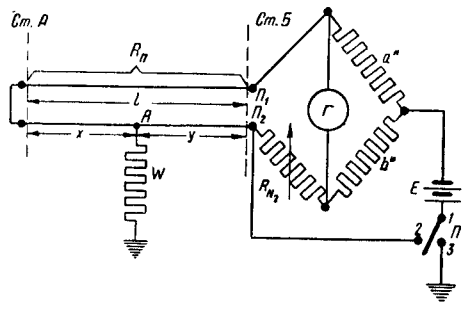
При втором измерении со станции $А$ (схема заземлённого шлейфа фиг. 16, переключатель $П$ в положении *1—3*) после установления равновесия моста записывают величины сопротивлений a', b' и R_N.

При третьем измерении со станции $Б$ (фиг. 17), производимом аналогично второму измерению, записывают величины сопротивлений a'', b'' и R_{N_2}.

Если при втором и третьем измерениях сопротивления балансных плеч были равны, т. е. $a' = b'$ и $a'' = b''$ (что и рекомендуется выполнять), то формула для определения расстояния x *км* будет иметь вид

$$x = \frac{l\,(R_ш - R_{N_1})}{2R_ш - (R_{N_1} + R_{N_2})} \text{ км}. \qquad (40)$$

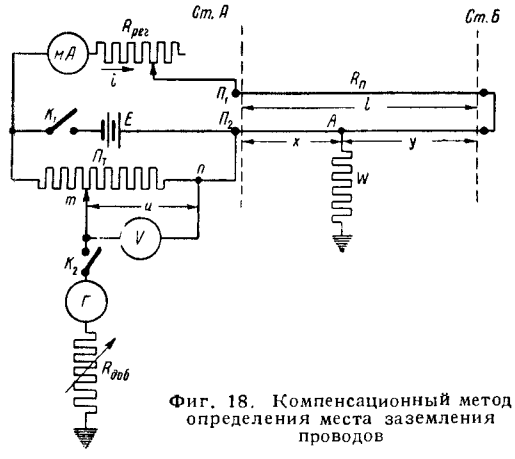
Результаты измерений по способу заземлённого шлейфа будут достаточно точны, если подсобный провод на всём протяжении, а по-



Фиг. 17. Определение места заземления проводов по способу заземлённого шлейфа—схема Варлея, случай 3

вреждённый провод по обеим сторонам от места заземления будут иметь высокую изоляцию.

Компенсационный метод. Этод метод может быть применён при больших значениях переходного сопротивления W в месте заземления провода (фиг. 18) и при наличии вспомогательного провода с высокой изоляцией по отношению к земле; при этом его сопротивление $R_п$ может быть неизвестно.



Фиг. 18. Компенсационный метод определения места заземления проводов

Измерение начинают замыканием ключа K_1, после чего, руководствуясь отсчётом по миллиамперметру *мА*, устанавливают в цепи выбранную величину тока i; после этого замыкают ключ K_2 и, передвигая движок потенциометра $П_т$, устанавливают стрелку гальванометра $Г$ на нуль. Этому положению в схеме будет соответствовать равенство:

$$U = irx, \qquad (41)$$

где U — напряжение, измеренное между точками m — n потенциометра;
i — величина тока в проводах и
r — сопротивление повреждённого провода в *ом/км*.

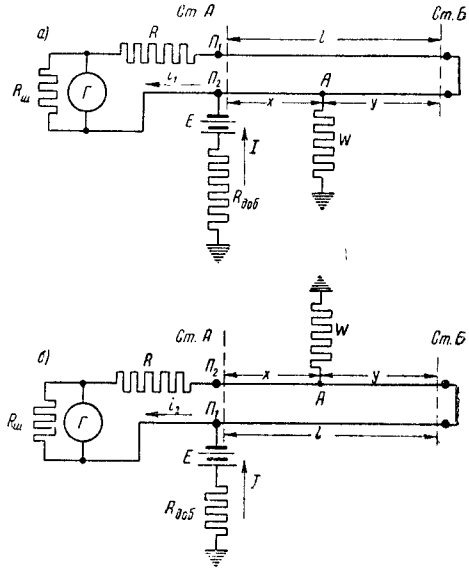
Из уравнения (41) определяют расстояние x *км* от станции A до места повреждения

$$x = \frac{U}{ir} \text{ км}. \qquad (42)$$

Для проверки результатов измерения целесообразно произвести повторное измерение со станции $Б$ и определить расстояние y *км*.

Использование данного метода предполагает наличие измерительной батареи E с высокой изоляцией по отношению к земле.

Метод падения напряжений. Для определения места повреждения данным методом применяют схему фиг. 19; измерение произ-



Фиг. 19. Метод падения напряжений для определения места заземления проводов

водят в два приёма. Сперва, при включении приборов по схеме фиг. 19, *а*, замечают отклонение стрелки гальванометра α_1, пропорциональное величине тока i_1. Второе измерение производят по схеме фиг. 19, *б* после перемены местами повреждённого и подсобного проводов; при этом стрелка гальванометра получит отклонение α_2, пропорциональное величине тока i_2.

Из этих измерений расстояние до места повреждения x *км* определяют по формуле

$$x = 2l \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2} \text{ км}. \qquad (43)$$

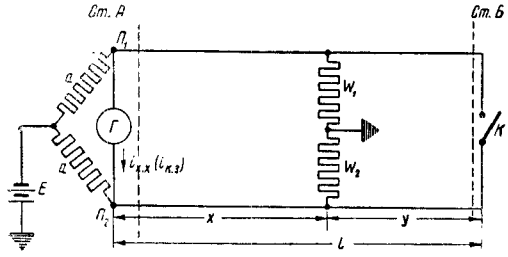
Формула справедлива при условии, что положение шунтового переключателя при обоих измерениях сохраняется, что подсобная жила имеет достаточно большую изоляцию по отношению к земле и что оба провода имеют одинаковый диаметр и материал.

Способ холостого хода и короткого замыкания

Способ применяют для определения места повреждения в кабельных линиях при заземлении жил с высоким переходным сопротивлением по отношению к броне (порядка 100 *мгом* и более).

Такие повреждения появляются, например вследствие наличия незначительных трещин в свинцовой оболочке, и становятся заметными при повышении влажности почвы, так как это сопровождается более или менее медленным падением величин сопротивления изоляции; эти повреждения могут временами совсем исчезать и затем вновь появляться.

Для определения места повреждения производят два измерения, используя в обоих случаях схему неуравновешенного моста (фиг. 20); при этом измерению следует под-



Фиг. 20. Способ холостого хода и короткого замыкания для определения места заземления проводов

вергать две такие жилы $П_1$ и $П_2$, величины сопротивления изоляции которых W_1 и W_2 по отношению к земле (броне) отличаются не менее чем на 30%.

Кроме того, предполагается, что обе жилы имеют повреждение в одной точке.

Первое измерение со станции $А$ производят при разомкнутом на станции $Б$ ключе $К$ (холостой ход), замечая при этом отклонение стрелки гальванометра $\alpha_{х.х}$ (пропорциональное току $i_{х.х}$ в цепи гальванометра).

Второе измерение производят при замкнутом ключе $К$ (короткое замыкание), замечая отклонение стрелки гальванометра $\alpha_{к.з}$ (пропорциональное току $i_{к.з}$ в цепи гальванометра).

Из результатов двух измерений определяют расстояние y от станции $Б$ до точки повреждения по формуле

$$y = \frac{\alpha_{к.з}}{\alpha_{х.х}} \frac{R}{r} \text{ км}, \qquad (44)$$

где r — сопротивление жилы кабеля в *ом* на 1 *км*, измеренное самостоятельно или взятое из данных периодических измерений;

R — половина так называемого кругового сопротивления измеряемой цепи. Величина R подсчитывается по формуле

$$R = \left(rl + \frac{ar_г}{2a + r_г} \right), \qquad (45)$$

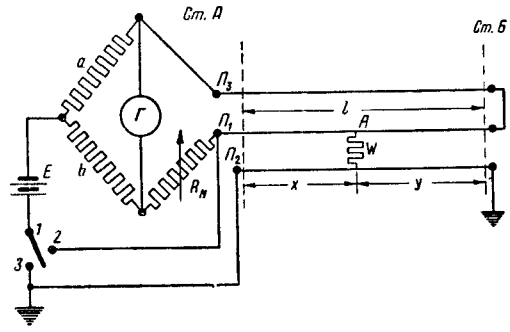
где a — сопротивление одного из балансных плеч моста;

$r_г$ — сопротивление гальванометра с учётом сопротивления шунта, если таковой используется при измерениях.

При поляризованных повреждениях необходимо проделать ряд измерений с твёрдо фиксированными по времени переключениями и уверенными отсчётами.

Определение места сообщения проводов

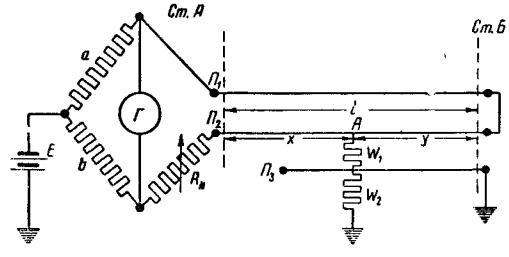
В случае сообщения проводов $П_1$ и $П_2$ (фиг. 21) и при наличии на данном участке третьего провода $П_3$, который можно использовать в качестве подсобного, необходимо на



Фиг. 21. Определение места сообщения проводов по способу заземлённого шлейфа

станции $Б$ замкнуть накоротко один из сообщившихся проводов (например $П_1$) с подсобным проводом $П_3$, а второй повреждённый провод $П_2$ заземлить. Затем производят два измерения: первое (в положении *1 — 2* переключателя) измерение сопротивления $R_ш$ шлейфа из двух проводов $П_3$ и $П_1$ и второе (в положении *1—3* переключателя) измерение по схеме заземлённого шлейфа. Определение расстояния x *км* до места повреждения в этом случае производится аналогично тому, как это делалось при измерениях по схемам фиг. 15, 16 и 17.

В случае, если имеет место сообщение одного из проводов двухпроводной цепи (например провода $П_2$) с третьим проводом $П_3$, причём последний может и не доходить до станции $А$, но одновременно иметь повреждение изоляции по отношению к земле, измерения следует произвести по схеме фиг. 22,

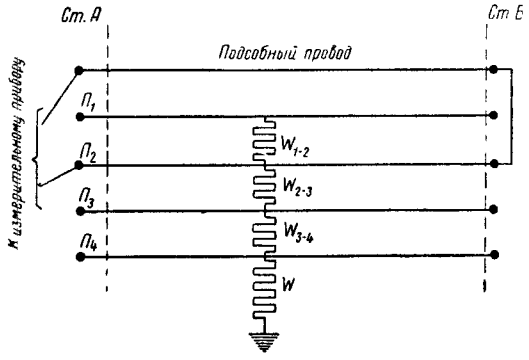


Фиг. 22. Схема для определения места сообщения проводов с одновременным заземлением

а подсчёт аналогично тому, как это делалось при измерении по схеме фиг. 21.

В случае сообщения между собой всех жил в кабеле (и даже при их сообщении с бронёй) между станциями $А$ и $Б$ прокладывают временный подсобный провод (фиг. 23) и производят измерение по схеме фиг 22, замкнув предварительно на станции $Б$ накоротко подсобный провод с одним из повреждённых про-

водов, имеющим наиболее низкое переходное сопротивленне к броне.



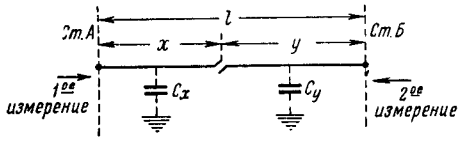
Фиг. 23. Схема для определения места повреждения при помощи подсобного провода в случае одновременного сообщения и заземления всех жил в кабеле

Определение места обрыва проводов

В случае «чистого» обрыва (имеет место только на кабельных линиях) определение места повреждения производят путём измерения электрической ёмкости проводов.

Случай 1. Измерение может быть роизведеио с двух сторон.

Одним из известных методов измеряют ёмкость C_x оборвавшейся жилы со станции $А$ до места обрыва (фиг. 24). Затем, перенося

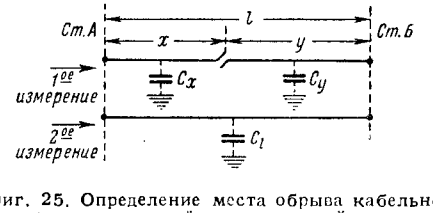


Фиг. 24. Определение места обрыва кабельной жилы измерением ёмкости с двух сторон

измерительный прнбор на станцию $Б$, измеряют ёмкость C_y. Имея в виду, что ёмкость пропорциональна длине провода, расстояние до места обрыва

$$x = l\frac{C_x}{C_x + C_y}\ км. \qquad (46)$$

Случай 2. Измерение производят с одной стороны.



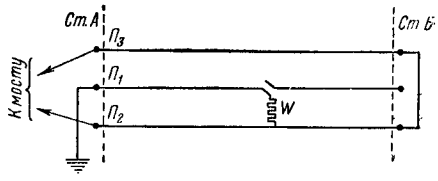
Фиг. 25. Определение места обрыва кабельной жилы измерением ёмкости с одной стороны

Это можно сделать в том случае, если кроме оборванной жилы имеются целые жилы, не имеющие сообщения с бронёй. Вначале измеряют ёмкость C_x оборванной жилы (фиг. 25), а затем ёмкость C_l неповреждённой жилы. Расстоянне

$$x = l\frac{C_x}{C_l}. \qquad (47)$$

Случай 3. Обрыв с одновременным сообщением между проводами.

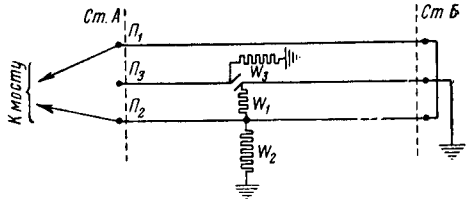
Если оборванный провод $П_1$ сообщился с другим проводом $П_2$ (фиг. 26), то опреде-



Фиг. 26. Определение места обрыва провода с одновременным сообщением

лить место обрыва путём измерения ёмкости уже не удаётся. В этом случае производят измерение по схеме фиг. 21, замыкая на станции $Б$ накоротко провод $П_2$ с подсобным проводом $П_3$; оборванный провод $П_1$ на стаиции $А$ заземляют.

Случай 4. Обрыв с одновременным сообщением проводов и заземлением в месте обрыва (фиг. 27).



Фиг. 27. Определение места обрыва провода с одновременным сообщением и заземлением

Измерение производят по схеме фиг. 22, для чего на станции $Б$ замыкают накоротко повреждённый провод $П_2$ и подсобный провод $П_1$, а оборванный провод $П_3$ заземляют.

Определение местонахождения недоброкачественного сростка в проводе

Признаком появления недоброкачественного сростка (соединения) в проводах служит повышение их сопротивления; в двухпроводной цепи такие соединения сейчас же проявляют себя, заметно увеличивая асимметрию сопротивления.

Для выяснения присутствия в цепи недоброкачественных соединений эту цепь на одной конечной станции замыкают накоротко, а на другой конечной станции дважды производят измерения сопротивления шлейфа. Первое измерение при относительно небольшом напряжении батареи (порядка 5—8 $в$), даст величину сопротивления $R_{ш_1}$; второе измерение — при повышенном напряжении (80—120 $в$) даст величину $R_{ш_2}$.

Так как после включения батареи с повышенным напряжением величина тока в про-

водах возрастает, то на концах сростка образуется такая разность потенциалов, которая обычно пробивает плохой контакт и в результате сопротивление места стыка уменьшается, а следовательно, уменьшается и сопротивление шлейфа $R_{ш_2}$, которое окажется меньше $R_{ш_1}$.

Разность сопротивлений $(R_{ш_1} - R_{ш_2})$ представит величину временно исчезнувшего переходного сопротивления $r_п$ в стыке проводов. Через некоторое время после включения батареи с повышенным напряжением переходное сопротивление $r_п$, как правило, восстанавливается.

Установив указанным способом наличие в одном из проводов паразитного сопротивления, приступают к определению места его нахождения.

Для этой цели цепь постепенно укорачивают, измеряя соответственно асимметрию и отыскивая, таким образом, повреждённый перегон. В пределах перегона измерения производят примерно через километр, а затем уточняют местонахождение паразитного сростка по пролётам.

Результаты переделки найденного сростка проверяют снова измерениями.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ ПЕРЕМЕННЫМ ТОКОМ

Метод определения места повреждения по частотной характеристике входного сопротивления

Теоретические частотные характеристики активной ($Z\cos\varphi$) и реактивной ($Z\sin\varphi$) составляющих входного сопротивления однородных и вполне исправных цепей, нагруженных на свои волновые сопротивления, имеют плавную форму (примерные теоретические кривые составляющих входного сопротивления кабельной цепи с повышенной при помощи катушек индуктивностью для указанных условий представлены на фиг. 28, кривые *а*). Действительные частотные характеристики цепей из-за наличия в них различных мелких неоднородностей практически всегда имеют небольшие отклонения от плавной формы (кривые *б* фиг. 28). Эти изменения формы кривых входного сопротивления объясняются наличием в цепи отражённых волн.

Особенно значительно проявляется влияние отражённых волн в цепях с большими неоднородностями и, в частности, в цепях, имеющих то или иное повреждение; в этом случае кривые входного сопротивления приобретают ярко выраженный периодический характер (кривые *в* фиг. 28). Период колебаний кривой входного сопротивления повреждённой цепи относительно теоретической (плавной) кривой зависит от расстояния между началом цепи и местом повреждения.

Используя эту зависимость, можно определить расстояние l_x от начала цепи до места повреждения по формуле

$$l_x = \frac{v}{2\Delta f}\ км, \qquad (48)$$

где v — скорость распространения электромагнитной волны вдоль цепи в *км/сек*;

Δf — средняя разность частот между соседними пиками кривой входного сопротивления в *гц*.

Скорость распространения v может быть подсчитана заранее (например из результатов эксплоатационных измерений) по формуле

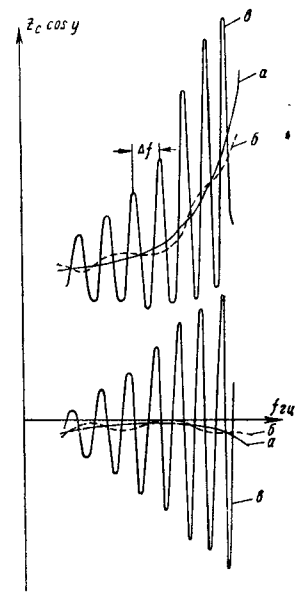
$$v = \frac{\omega}{\alpha}, \qquad (49)$$

где ω — круговая частота;

α — угловой коэфициент.

Для обычных кабельных цепей величину α можно считать пропорциональной частоте ω в полосе частот выше 5 — 10 *кгц*; это позволяет рассматривать и скорость v постоянной в той же полосе частот.

Для кабелей с повышенной при помощи катушек индуктивностью прямая пропорциональность между α и ω будет справедлива лишь для полосы частот от $\omega = 0$ до $\omega = \frac{\omega_0}{2}$, где ω_0 — предельная частота кабельной цепи.



Фиг. 28. Примерные частотные характеристики входного сопротивления кабельных цепей: *а*—теоретическая кривая; *б*—кривая цепи с мелкими неоднородностями; *в*—кривая повреждённой цепи

Следует иметь в виду, что подсчёт по формуле (48) будет правилен лишь для тех случаев, когда цепь имеет повреждение в одном месте.

Данный метод требует проведения довольно длительных измерений и расчётов, так как для построения кривой входного сопротивления и в особенности для достаточно точного выявления пик и провалов необходимо брать много точек при различных частотах.

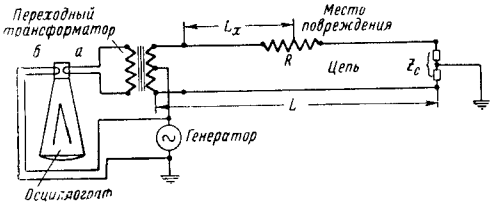
Поэтому применение метода следует считать полезным, если более простые методы не могут дать удовлетворительных результатов.

Метод В. Н. Кулешова и В. О. Шварцмана с применением двухканального осциллографа

Для измерения при помощи осциллографа требуется генератор переменного тока с регулируемой частотой, дифференциальный трансформатор и в отдельных случаях переменный балансный контур.

Схемы измерения, приведённые на фиг. 29—32, могут быть применены при следующих видах повреждений.

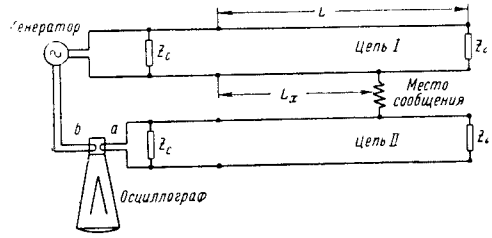
Фиг. 29 — повышенная асимметрия сопротивлений в цепи, сообщение одного из проводов с землёй, короткое между проводами и землёй.



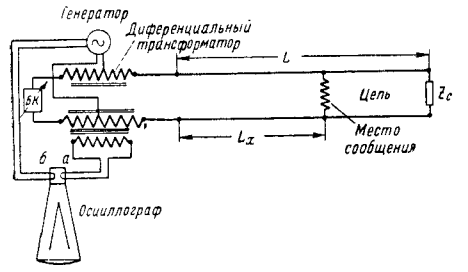
Фиг. 29. Определение места сосредоточенной асимметрии при помощи двухканального осциллографа

Фиг. 30 и 32 — сосредоточенная связь (сообщение) между основными (фиг. 30) и между основной и искусственной (фиг. 32) цепями.

Фиг. 31 — обрыв цепи или сообщение между проводами цепи.



Фиг. 30. Определение места сосредоточенной связи между цепями двухканальным осциллографом



Фиг. 31. Определение места сообщения проводов двухканальным осциллографом

При измерении, например, по схеме фиг. 30 генератор присоединяют ко входу одной из повреждённых цепей (цепь *I*) и ко входу *б* канала осциллографа. Напряжение, индуктированное с цепи *I* на цепь *II*, попадёт на вход *а* канала осциллографа.

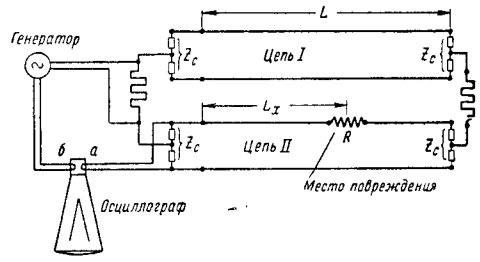
Фаза напряжения в начале второй цепи (кривая *а* на фиг. 33) на экране осциллографа сдвинута по отношению к фазе напряжения генератора (кривая *б* на фиг 33) на угол φ, соответствующий пути пробега волны от начала первой цепи до места повреждения и обратно к началу второй цепи, т. е. расстоянию $2l_x$.

Процесс измерения начинают с подбора такой частоты f_1 генератора, при которой обе кривые (*а* и *б*) на экране совпадут. Это будет означать, что на длине $2l_x$ уложится некое целое число n_1 полных волн:

$$2l_x = n_1 \lambda_1, \qquad (50)$$

где λ_1 — длина волны, равная $\frac{v}{f}$;

v — скорость распространения волны вдоль цепи.



Фиг. 32. Определение места повышенного сопротивления, увеличивающего связь между основной и искусственной цепями, при помощи двухканального осциллографа

Затем плавно изменяют частоту генератора и вторично добиваются совпадения кривых *а* и *б* на экране. Для новой частоты f_2, при которой на длине $2l_x$ уложится $(n_1 + 1)$ полных волн, будет справедливо и новое условие:

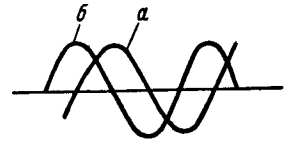
$$2l_x = (n_1 + 1)\lambda_2. \qquad (51)$$

Из условий (50) и (51) получается формула для определения расстояния l_x:

$$l_x = \frac{v}{2\Delta f}, \qquad (52)$$

где Δf — разность частот $(f_2 - f_1)$.

Практически скорость распространения v, величину которой нужно знать для вычислений по формуле (52), можно определить для интересующих нас цепей заранее.



Фиг. 33. Изображение кривых напряжения на экране двухканального осциллографа

Для этой цели на неповреждённой цепи устраивают искусственное повреждение на вполне определённом расстоянии l *км* от начала цепи. Затем определяют две соседние частоты f'_m и f''_m, при которых кривые *а* и *б* на экране совпадают. После этого на основании формулы (52) вычисляют величину v:

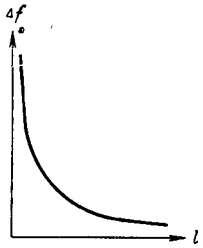
$$v = 2l\left(f''_m - f'_m\right). \qquad (53)$$

Можно и не прибегать к вычислению величины v, а построить описанным методом график зависимости $l_x = \varphi(\Delta f)$; примерный вид этого графика изображён на фиг. 34.

Для получения большей точности результатов при каждом измерении следует нахо-

дить несколько пар частот и из полученных разностей вычислять среднее арифметическое.

При измерении по схеме фиг. 31 элементы балансного контура *БК* подбирают так, чтобы его входное сопротивление было равно волновому сопротивлению Z_c измеряемой цепи.



Фиг. 34. График для определения места повреждения по частотам совпадения

Методика измерений и расчётные формулы одинаковы для всех схем.

Импульсный метод

Принцип работы импульсных приборов, применяемых для определения расстояний до места повреждения, заключается в том, что короткие импульсы электромагнитной энергии, излучаемые генератором импульсов (передатчиком), передаются в исследуемую цепь и, встречая на своём пути те или иные неоднородности, равномерности, отражаются от них и возвращаются обратно в приёмник.

Пришедший с линии отражённый импульс тока усиливается и подаётся на катодный осциллограф (фиг. 35), позволяющий определить время пробега импульса от генератора до местонахождения неравномерности в цепи и обратно, т. е. время запаздывания отражённого импульса по отношению к посланному прибором так называемому зондирующему импульсу.

Чтобы измерить время запаздывания, напряжение от генератора развёртки подаётся на одну пару пластин трубки осциллографа; под воздействием этого напряжения электронный луч перемещается вдоль экрана с постоянной скоростью. На другую пару пластин подаётся напряжение от генератора импульсов, проявляющее себя на экране в виде вертикального отклонения луча.

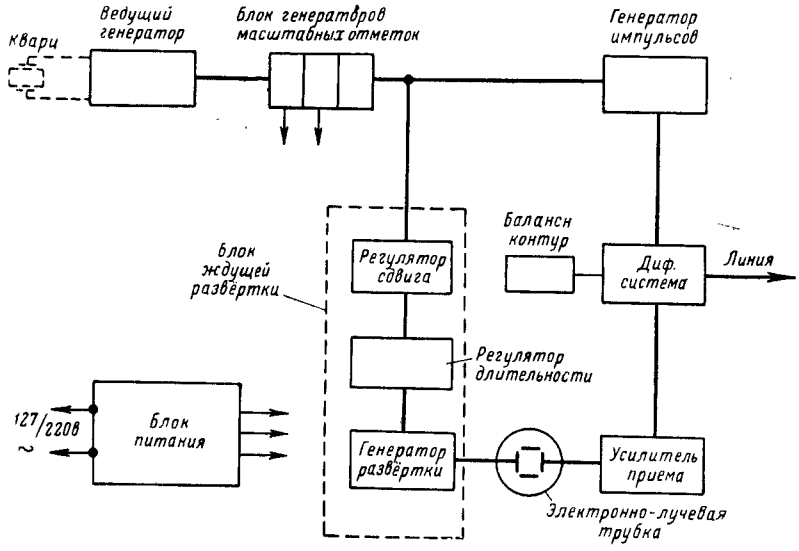
Отражённый импульс, пришедший с линии с запаздыванием, подаётся на те же пластины и проявляется на экране на некотором расстоянии от зондирующего импульса.

Зная скорость распространения импульсов вдоль исследуемой цепи, можно проградуировать шкалу на экране осциллографа непосредственно в единицах длины и, таким образом, определять расстояния до мест отражений (повреждений).

Дальность действия, или чувствительность импульсных приборов, определяется отношением напряжения зондирующего импульса E к наименьшему ощутимому осциллографом напряжению отражённого импульса E_{min}; обычно чувствительность b прибора выражают в неперах:

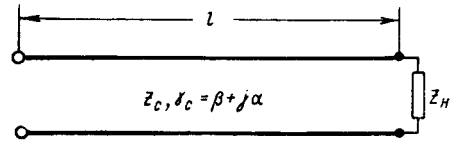
$$b = \ln \frac{E}{E_{min}} \text{ неп.} \qquad (54)$$

Напряжение приходящего с линии сигнала зависит от затухания цепи βl и величины



Фиг. 35. Скелетная схема импульсного измерителя линий

коэфициента отражения p. Для цепи с волновым сопротивлением Z_c, замкнутой на нагрузку $Z_н$ (фиг. 36), величину коэфициента отражения в конце цепи выражают формулой



Фиг. 36. Схема двухпроводной цепи, замкнутой на несогласованную нагрузку

$$p = \frac{U_o}{U_н} = \frac{Z_н - Z_c}{Z_н + Z_c}, \qquad (55)$$

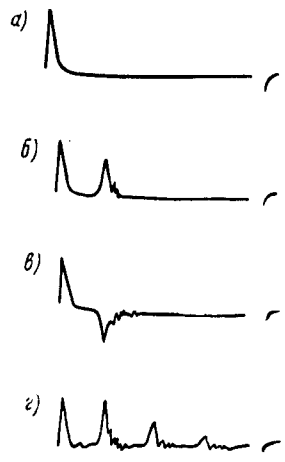
где $U_н$ — напряжение падающего импульса;
$U_о$ — напряжение отражённого импульса.

Если сопротивление нагрузки $Z_н$ равно волновому сопротивлению цепи $Z_с$, то энергия падающего импульса будет целиком поглощена сопротивлением нагрузки ($Z_н = Z_с$; $U_о = 0$; $p = 0$), отражённой волны в цепи не появится и осциллограмма явления будет иметь вид, изображённый на фиг. 37, *а*.

Если же $Z_н \neq Z_с$, то падающий импульс (напряжение $U_н$) частично отразится от нагрузки; величина напряжения отражённого импульса будет равна

$$U_о = U_н \frac{Z_н - Z_с}{Z_н + Z_с}. \qquad (56)$$

Из выражения (56) следует, что если $Z_н > Z_с$, то отражённый импульс имеет тот же знак, что и падающий, а осциллограмма этого явления будет иметь вид, изображённый на фиг. 37, *б*.



Фиг. 37. Осциллограммы импульсов для различного состояния исследуемой цепи: *а*—исправная цепь замкнута на согласованную нагрузку; *б*—цепь имеет обрыв; *в*—цепь имеет сообщение; *г*—в цепи имеет место многократное отражение импульсов

Если же $Z_н < Z_с$, то $U_о$ будет иметь обратный знак (фиг. 37, *в*).

В предельных случаях, т. е. при разомкнутой цепи ($Z_н = \infty$) $U_о = U_н$, а при коротком замыкании ($Z_н = 0$) $U_о = -U_н$.

На основании изложенного можно сказать, что верхние пики на экране осциллографа будут соответствовать обрыву цепи, или увеличению последовательного сопротивления, а нижние пики будут соответствовать короткому замыканию, или уменьшению сопротивления изоляции (сообщению) между проводами цепи, а также между проводом и землёй.

Отражённый импульс, пришедший к началу цепи, встречает сопротивление передатчика и может быть здесь либо полностью поглощён либо получит частичное отражение.

Величина и фаза отражённого от передатчика импульса зависят опять-таки от соотношения между волновым сопротивлением цепи и входным сопротивлением прибора.

При неравенстве этих сопротивлений в линии будет иметь место многократное последовательное отражение (фиг. 37, *г*) с постепенным затуханием амплитуды импульса до полного рассеяния энергии в цепи.

Зная чувствительность прибора b и затухание линии βl до места отражения, можно оценить предельные величины утечек или последовательно включённых сопротивлений, обнаруживаемых при импульсных измерениях.

Вводя понятие о затухании импульса тока в месте отражения

$$b_и = \ln \left| \frac{1}{p} \right| \text{ неп}, \qquad (57)$$

можно написать условие

$$b \geqslant 2\beta l + b_и, \qquad (58)$$

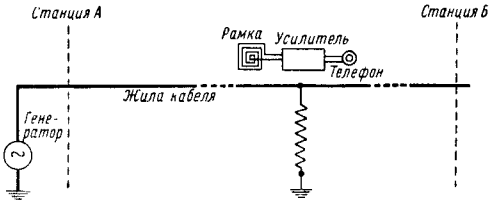
которое говорит о том, что затухание импульса при пробеге волны в линии и затухание в месте отражения в сумме не должны превышать чувствительности прибора.

Для увеличения чувствительности прибора либо увеличивают амплитуду зондирующего импульса либо повышают усиление усилителя приёма.

Непосредственный метод определения места повреждения в кабелях

Непосредственное определение места повреждения в кабеле может быть осуществлено в отдельных случаях сообщения жил кабеля с оболочкой при помощи кабельного искателя, основным назначением которого следует всё же считать искание трассы подземных кабелей. Эти искатели состоят из рамки или катушки с усилителем, на выходе которого включён телефон.

Процесс измерения заключается в том, что со станции A в повреждённую жилу кабеля посылают переменный ток звуковой частоты и начинают передвигаться с искателем вдоль трассы кабеля (фиг. 38); переменный ток, проходящий по кабелю, индуктирует в рамке (катушке) электродвижущую силу, что в свою очередь вызывает появление звука в телефоне. Наибольшая сила звука соответствует расположению в одной плоскости витков рамки и кабеля. Слышимость в телефоне меняется в зависимости от поворота рамки, что и используется при нахождении трассы кабеля. Если переходное сопротивление с жилы на оболочку



Фиг. 38. Схема измерения при помощи искателя трассы кабелей

в месте повреждения мало, то звук в телефоне будет слышен только до этого места; далее звук прекращается или по крайней мере заметно ослабляется.

Для уменьшения мешающего действия внешних помех на телефон цепь генератора обычно разрывают тем или иным кодом типа сигналов Морзе.

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЕНИЙ

Особенности измерений. Величины сопротивления заземлений зависят от материала, размеров и формы зарываемых в землю элект-

родов, способа их устройства, а также от состава и степени влажности почвы. Сопротивление заземления с течением времени изменяется, например из-за окисления заземляющих электродов. По времени года также происходит изменение сопротивления вследствие высыхания или промерзания грунта; поэтому проверку заземлений следует производить не менее двух раз в год: летом при установившейся сухой погоде и зимой во время морозов.

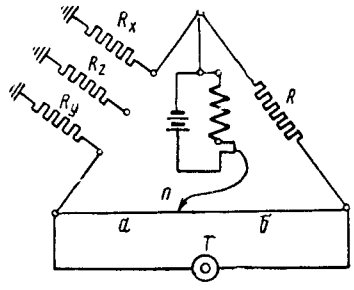
Измерениям сопротивления заземлений свойственны две характерные особенности.

Первая из них состоит в том, что измерить величину сопротивления любого заземления возможно, лишь располагая, кроме него, ещё двумя заземлениями, которые при измерении являются вспомогательными.

Вторая особенность обусловлена наличием в земле разного рода блуждающих токов, а также поляризацией электродов, что приводит к большим ошибкам при измерении сопротивления заземлений постоянным током. Избежать этих ошибок удаётся, применяя в качестве источника энергии генераторы переменного тока – зуммерные или ламповые.

При измерении сопротивления заземлений наиболее распространёнными являются – способ трёх сумм и компенсационный способ.

Способ трёх сумм. Измерение сопротивления заземлений по способу трёх сумм производится при помощи мостов переменного тока; чаще всего для этой цели применяют прибор, называемый мостом Кольрауша (фиг. 39).



Фиг. 39. Схема измерения сопротивления заземлений по способу трёх сумм

В качестве генератора переменного тока звуковой частоты обычно в таких приборах используется зуммер, получающий питание от батареи постоянного тока.

Уравновешивание в схеме моста достигается передвижением ползунка $П$ по реохорду до получения минимума звука в телефоне, который служит индикатором.

Измеряемое сопротивление в каждом случае определяется выражением $\frac{a}{b}R$, где $\frac{a}{b}$ — отношение балансных плечмоста, образованных двумя частями реохорда, отсчитываемое непосредственно по шкале последнего, и R — величина сопротивления в штепсельном магазине сопротивлений.

Для определения величины сопротивления каждого из трёх заземлений R_x, R_y, R_z необходимо произвести три измерения, включая попарно различные комбинации заземлений.

Результат каждого измерения даёт сумму сопротивлений двух заземлений, а именно:

$$R_x + R_y = R_1; \qquad (59)$$

$$R_x + R_z = R_2; \qquad (60)$$

$$R_y + R_z = R_3. \qquad (61)$$

Имея в распоряжении три результирующие сопротивления, находят величины сопротивления каждого из трёх заземлений:

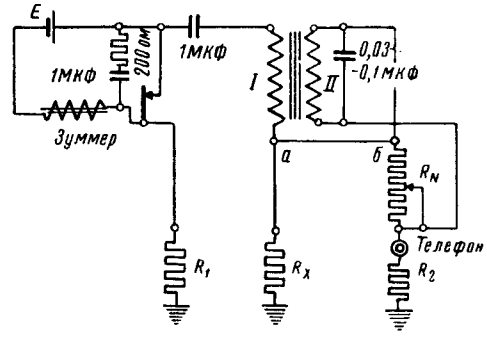
$$R_x = \frac{R_1 + R_2 - R_3}{2}; \qquad (62)$$

$$R_y = \frac{R_1 + R_3 - R_2}{2}; \qquad (63)$$

$$R_z = \frac{R_2 + R_3 - R_1}{2}. \qquad (64)$$

Для получения достаточной для практических целей точности измерений необходимо, чтобы величины сопротивлений всех трёх заземлений были соизмеримы.

Компенсационный способ. Прибор для измерения компенсационным способом (фиг. 40)



Фиг. 40. Схема измерения сопротивления заземлений по способу компенсации

получает питание от зуммера, возбуждаемого батареей E. Измерение заключается в изменении величины эталонного сопротивления R_N до тех пор, пока величины падения напряжений на сопротивлениях R_N и R_x не станут одинаковы и, следовательно, пока разность потенциалов между точками a и $б$ не будет равна нулю. При этом положении звук в телефоне исчезнет или по крайней мере сила его станет минимальной. Для этого условия

$$R_N = R_x. \qquad (65)$$

Измерительный телефон должен иметь небольшое сопротивление порядка 5—10 *ом*.

В схеме кроме измеряемого заземления R_x участвуют ещё два вспомогательных заземления R_1 и R_2, однако эти заземления могут иметь достаточно большие величины сопротивлений (порядка сотен *ом*), причём точность измерения от этого почти не уменьшается. Поэтому роль вспомогательных заземлений могут выполнять два металлических стержня или даже два костыля, вбиваемых в землю на расстояния не менее 15 *м* друг от друга и от измеряемого заземления.

ИЗМЕРЕНИЕ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ

Общие указания

Сети электрических железных дорог и трамваев, использующие рельсы в качестве обратного провода, вызывают появление в земле блуждающих токов из-за недостаточной изоляции рельсов по отношению к земле.

Блуждающие токи, направление которых зависит от строения почвы, а также от наличия в сфере их действия различных проводящих сооружений, всегда устремляются по линии наименьшего сопротивления и, встречая на своём пути проводящие оболочки кабелей, водопроводные и газовые трубы, нефтепроводы и т. п., проходят по ним.

В месте выхода блуждающих токов из проводника в землю металл под действием тока переходит в растворимые или нерастворимые соли; это явление разрушения металлических проводников вследствие их растворения называется электрохимической коррозией.

В месте входа токов в проводник, вблизи него, в почве образуются щёлочи, а вокруг проводника выделяется водород, не причиняя при этом вреда самому проводнику.

Таким образом, опасными местами (зонами) являются такие места, в которых потенциал проводника (оболочки кабеля, трубопровода) выше потенциала земли.

На сетях трамваев обычно к контактному проводу присоединяют плюс, а к рельсам минус генератора; в этом случае опасные зоны сосредоточиваются около мест присоединения к рельсам отсасывающих фидеров.

На электрифицированных железных дорогах практикуют как этот способ, так и другой, при котором плюс присоединяют к рельсам, и в этом последнем случае места выхода тока будут следовать за движением электропоезда, а следовательно, опасная зона будет рассредоточенной.

Для установления возможного появления коррозии, принятия мер защиты и дальнейшего наблюдения за эффективностью защитных устройств производят ряд измерений: измерение потенциалов оболочки кабеля (трубопровода) по отношению к земле, величины тока в оболочке кабеля, плотности тока, выходящего из кабеля.

Так как величина блуждающих токов постоянно изменяется, то необходимо производить периодические измерения (через равные промежутки времени, в разное время суток, при различной интенсивности движения поездов и трамваев) или ставить регистрирующие приборы.

В городской кабельной канализации измерения производят в каждом колодце, а на сети кабелей, проложенных непосредственно в земле, через каждые 150 — 200 *м*; так как величина утечки тока и места ответвления тока из рельсов в землю зависят от состояния рельсовой сети, необходимо производить измерения: разности потенциалов между различными точками рельсовой сети, сопротивления рельсовых стыков и междурельсовых соединений, а также переходного сопротивления между рельсами и землёй.

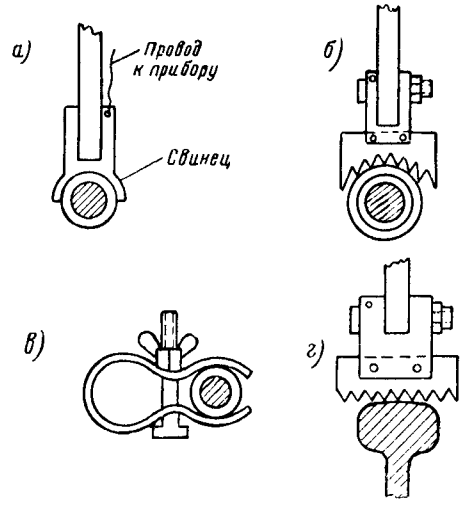
Измерение потенциалов оболочки кабеля по отношению к земле, рельсам и т. п.

Для измерения потенциалов оболочки кабеля по отношению к земле, рельсам и т. п. применяют вольтметры магнитоэлектрической системы с нулём посредине или со смещённым на одну треть шкалы нулём и возможно большим внутренним сопротивлением. В случае применения вольтметра с нулём в начале шкалы прибор снабжают двухполюсным переключателем для быстрого изменения полюсов.

К оболочке кабеля при измерениях обычно присоединяют плюс вольтметра.

Для обеспечения надёжного контакта между подводящим проводником и кабелем, а также с целью предупреждения появления вредных контактных электродвижущих сил место подключения к кабелю следует тщательно зачищать, а самый наконечник к проводнику делать из материала, одинакового с оболочкой кабеля.

Подключение производят при помощи палки со свинцовым наконечником (фиг. 41, *а*) для голых кабелей или с железным наконечником (фиг. 41, *б*) для бронированных кабелей. Для случаев продолжительного включения при измерениях удобно применять специальные металлические манжеты (фиг. 41, *в*), надеваемые на кабель и зажимаемые винтом; для голых кабелей внутреннюю часть манжеты покрывают свинцом. Для подключения к рельсам употребляют наконечник с вделанным в него куском острой ножовки (фиг. 41, *г*).



Фиг. 41. Способы осуществления контакта с исследуемыми объектами

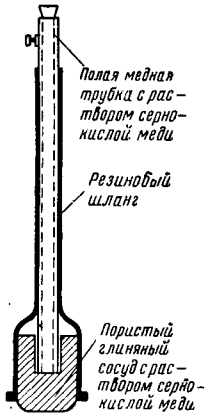
При осуществлении контакта между заземляющим электродом и почвой следует считаться с наличием во влажных слоях почвы кислот и растворённых солей, вызывающих в контакте металл—почва появление разности потенциалов, изменяющейся по времени и затрудняющей оценку результатов измерений.

Избежать влияние этой переменной разности потенциалов удаётся при помощи неполяризующихся электродов, при которых отсутствует непосредственный контакт металла

с почвой; этот контакт в неполяризующемся электроде создаётся раствором сернокислой соли применённого в электроде металла, причём самый раствор отделяется от почвы влажной пористой перегородкой — диафрагмой. Электрод состоит из сосуда с пористым дном; сосуд заполняют соответствующим раствором, в который помещён металлический стержень, не соприкасающийся с дном.

Такое сочетание металла и электрода всё же будет обладать собственной постоянной разностью потенциалов, но последняя не будет зависеть от случайных свойств почвы и может быть заранее определена по величине; кроме того, может быть также определено и направление тока, обусловленного этой разностью потенциалов.

На практике находят применение два вида неполяризующихся электродов — медный и цинковый. Конструкция медного электрода приведена на фиг. 42; для изоляции электрода на него надет резиновый шланг.



Фиг. 42. Неполяризующийся медный электрод

Для медного электрода потенциал меди выше потенциала раствора сернокислой меди на 0,56 *в*, а для цинкового—потенциал цинка ниже потенциала раствора сернокислого цинка на 0,49—0,50 *в*.

Неполяризующиеся электроды целесообразно применять при измерениях, носящих временный характер. Для измерений длительных (например при устройстве постоянных контрольных пунктов) контакт с землёй создают при помощи электродов, материал которых одинаков с материалом обследуемого подземного сооружения.

Так, при измерениях на голых кабелях электродом служит свинцовый лист шириной 20—30 *см* и длиной 30 — 50 *см*, укладываемый на дно колодца; при бронированных кабелях в землю зарывают спираль из бронелент длиной 2 *м*.

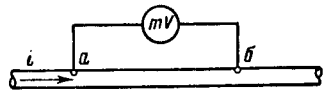
Для соединения с прибором к электроду припаивают изолированный медный провод; место припайки также изолируется.

Измерение силы тока в оболочке кабеля

Для измерения силы блуждающего тока в оболочке кабеля применяют следующие методы.

Метод падения напряжения. При помощи милливольтметра (фиг. 43) измеряют падение напряжения на отрезке кабеля между точками *а* и *б*.

Силу тока i определяют путём деления измеренного напряжения U на сопротивление оболочки кабеля R, приходящееся на длину *а—б*; сопротивление R для данного типа кабеля может быть подсчитано по данным сечения свинцовой оболочки. Этот способ очень прост, но ему свойственны ошибки, обусловленные недостаточно точным определением сопротивления оболочки из-за неравномерности сечения и вследствие возможного повреждения оболочки от коррозии. Более точные результаты можно получить, производя измерение по схеме фиг. 44.

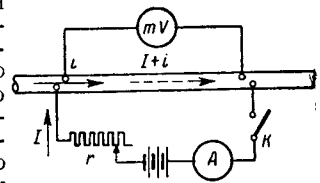


Фиг. 43. Схема измерения силы тока в оболочке кабеля милливольтметром

При разомкнутом ключе K милливольтметр измерит напряжение

$$U_1 = iR. \qquad (66)$$

После этого замыкается ключ K и в цепи батареи при помощи реостата устанавливается ток I величиной около 10 *а*; сопротивление реостата r должно быть велико по сравнению с сопротивлением оболочки R (около 2 *ом*) с тем, чтобы блуждающий ток i заметно не ответвлялся из оболочки. Милливольтметр при этом даст новое показание



Фиг. 44. Схема измерения силы тока в оболочке кабеля милливольтметром и амперметром

$$U_2 = (I + i)\, R. \qquad (67)$$

Сопротивление R и ток i в оболочке находят по формулам:

$$R = \frac{U_2 - U_1}{I} \qquad (68)$$

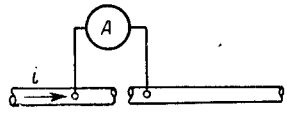
и

$$i = \frac{U_1}{R}. \qquad (69)$$

Так как блуждающий ток может менять свою величину и направление, то измерения необходимо проделать несколько раз.

Милливольтметр следует применять с малым собственным периодом колебаний, шкалой 10 — 0 — 10 *мв* и внутренним сопротивлением не менее 4—5 *ом*.

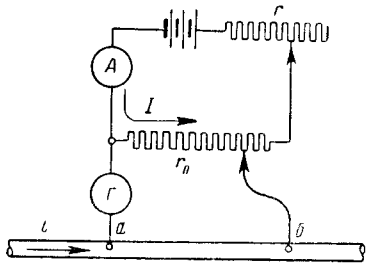
Метод непосредственного измерения. Разрезав оболочку кабеля или распаяв муфту, включают амперметр (фиг. 45) с возможно меньшим сопротивлением (порядка 0,001 — 0,01 *ом*).



Фиг. 45. Схема непосредственного измерения силы тока в оболочке кабеля

Этот метод даёт безусловно точные результаты, но ввиду того, что его применение связано с разрезом оболочки и последующей заделкой, применяется он сравнительно редко.

Метод компенсации. При помощи регулировочного реостата r и потенциометра (фиг. 46) добиваются отсутствия тока в цепи гальванометра $Г$; это укажет на то, что падение напряжения в оболочке кабеля на отрезке $а$—$б$ скомпенсировано напряжением, создаваемым током I на части сопротивления потенциометра r_n, т. е.



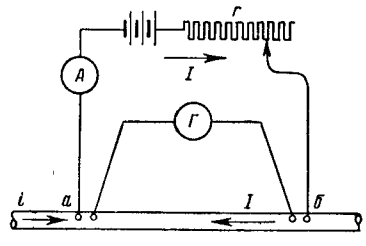
Фиг. 46. Измерение силы тока в оболочке кабеля по методу компенсации

$$I r_n = i R, \tag{70}$$

откуда после определения сопротивления оболочки кабеля R находят величину блуждающего тока i

$$i = I \frac{r_n}{R}. \tag{71}$$

Можно измерить силу тока i в оболочке, компенсируя её величиной тока измерительной батареи (фиг. 47); при этом ток I должен



Фиг 47. Измерение силы тока в оболочке кабеля с изменением полярности батареи

быть противоположного направления по отношению к блуждающему току i. Равенства токов

$$I = i \tag{72}$$

добиваются путём регулировки реостата r, что устанавливают при помощи гальванометра $Г$, стрелка которого должна в этот момент остановиться на нуле. Метод удобен тем, что не требует никаких расчётов.

Метод с изменением полярности измерительной батареи. Можно применить ещё один метод, для которого схема измерения будет такой же, как это изображено на фиг. 47; при этом необходимо соблюдение условия, чтобы цепь реостата r имела достаточно высокое сопротивление, что позволяет пренебречь ответвлением блуждающего тока в эту цепь. После установления в цепи батареи тока I производят два измерения при перемене полярности батареи.

При первом измерении стрелка гальванометра даст отклонение α и тогда

$$(I + i)\ R = k\alpha. \tag{73}$$

После перемены полюсов батареи стрелка покажет новое отклонение β и в этом случае

$$(I - i)\ R = k\beta. \tag{74}$$

В приведённых уравнениях k — коэфициент пропорциональности.

Из уравнений (73) и (74) определяется величина блуждающего тока i

$$i = I \frac{\alpha - \beta}{\alpha + \beta}. \tag{75}$$

При измерениях любым из приведённых методов необходимо в записях особенно внимательно отмечать направление тока; самые измерения следует производить несколько раз через равные промежутки времени.

Измерение плотности тока, сходящего с оболочки кабеля

По существующим правилам плотность тока, сходящего с оболочки бронированного кабеля, не должна превышать 0,15 $ма/дм^2$.

В местах, где потенциал кабеля выше потенциала земли, для определения степени опасности коррозии производят измерение плотности тока; ниже приведены наиболее распространённые способы измерения.

Измерение при помощи вспомогательного электрода. Электрод, сделанный из куска исследуемого кабеля, с внешней поверхностью S (несколько квадратных дециметров) зарывают в землю в непосредственной близости от исследуемого кабеля или кладут в свободное отверстие канализации. При помощи проводника электрод соединяют на некоторое время с оболочкой кабеля для установления одинаковой поляризации. После этого между кабелем и электродом включают миллиамперметр. Плотность тока j, сходящего с единицы поверхности кабеля, будет равна

$$j = \frac{i}{S}\ а/дм^2, \tag{76}$$

где i — величина тока, измеренная миллиамперметром.

Для того чтобы получить величину среднесуточной плотности тока, вместо миллиамперметра включают на сутки медный или серебряный вольтаметр, который позволяет определить количество электричества, прошедшего за сутки через электрод. Поделив результат измерения, выраженный в амперчасах, на $24S$, получают среднесуточную плотность сходящего с оболочки тока.

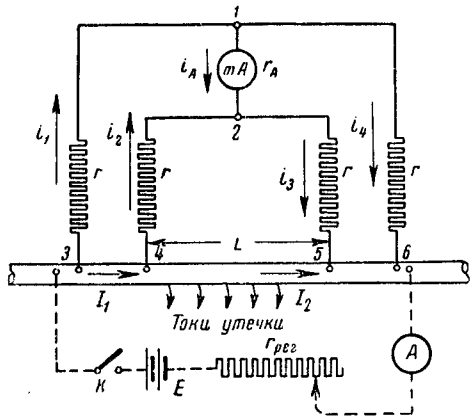
Измерение при помощи двух милливольтметров. В двух точках кабеля 1 и 2, отстоящих одна от другой на длину l, одним из описанных ранее методов, например методом падения напряжения, измеряют токи I_1 и I_2.

Средняя плотность тока, стекающего с кабеля на длине l, определится

$$j = \frac{I_1 - I_2}{S}\ а/дм^2. \tag{77}$$

Величина j будет недостаточно точной, так как измерение сил токов по методу падения напряжений не отличается высокой точностью.

Измерение по методу двойного моста. Схема прибора, использующая принцип двойного моста, предложенная НИИЖТ, изображена на фиг. 48; прибор состоит из четырёх



Фиг. 48. Измерение плотности тока, сходящего с оболочки кабеля, по методу двойного моста

одинаковых сопротивлений r порядка 10 *ом* и миллиамперметра с нулём посредине и пределом измерений порядка 50 — 100 *ма*. Прибор подключают к кабелю в точках *3 — 4* и *5 — 6*, причём отрезки кабеля *3 — 4* и *5 — 6* равны друг другу и, следовательно, должны иметь одинаковые сопротивления, равные R. Примем условие, что между точками *4* и *5* кабеля ток с оболочки стекает в землю.

Измеряемый ток утечки ΔI может быть подсчитан по формуле

$$\Delta I = i_A\left[\frac{2(r_A + r)}{R} + 1\right]. \qquad (78)$$

При малых значениях сопротивления оболочки R формула (78) может быть упрощена для практического пользования:

$$\Delta I = i_A\left[\frac{2(r_A + r)}{R}\right]. \qquad (79)$$

Плотность тока j найдётся

$$j = \frac{\Delta I}{S}, \qquad (80)$$

где S — площадь оболочки кабеля между точками *4* и *5*.

Для направления тока i_A от точки *1* к точке *2*, как это показано на фиг. 48, ток ΔI представляет собой ток утечки на участке *4—5*; в случае же, если блуждающие токи на участке *4 — 5* притекают из земли в оболочку кабеля, ток через миллиамперметр изменяет своё направление на обратное (от точки *2* к точке *1*).

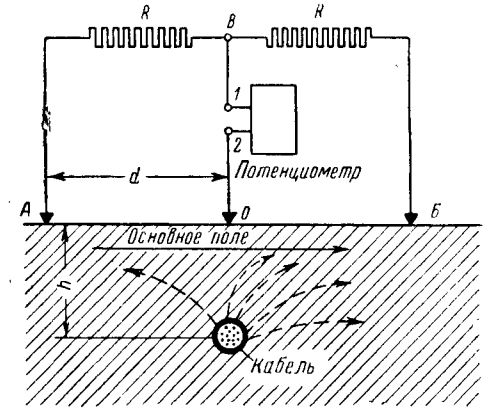
Источником ошибок при измерении описанным методом является возможное неравенство величин сопротивлений оболочки на участках *3 — 4* и *5 — 6*; это обстоятельство может даже привести к ошибочным заключениям, так как при этом может оказаться, что при наличии утечки блуждающего тока с оболочки результирующий ток i_A через миллиамперметр всё же будет направлен от точки *2* к точке *1*. Для устранения указанного недостатка схема фиг. 48 дополняется цепью с вспомогательным источником тока E (пунктир).

При замыкании ключа K ток вспомогательной батареи, накладываясь на блуждающий ток, циркулирующий в оболочке, или усиливает или ослабляет его; но это усиление или ослабление будет одинаково как для участка *3 — 4*, так и для участка *5 — 6*. Если сопротивления этих участков не равны, то при последовательном замыкании и размыкании ключа K стрелка миллиамперметра будет менять своё положение. Изменяя расстояние между точками *3 — 4* или *5 — 6*, можно уравнять сопротивления на участках *3—4* и *5—6*, после чего наложение тока вспомогательной батареи уже не будет отражаться на показаниях миллиамперметра.

Реостат $r_{рег}$ служит для регулирования силы вспомогательного тока в пределах от нескольких ампер до десятков, что определяется по амперметру A.

Для увеличения точности измерений необходимо соединительные проводники брать достаточно большого сечения или же учитывать сопротивление каждого из них, добавляя его к величине r. Для облегчения вычислений следует пользоваться при всех измерениях одними и теми же соединительными проводниками и, кроме того, следить, чтобы во всех четырёх плечах моста были включены провода одинакового сечения и одинаковой длины.

Измерение по диференциальному трёхэлектродному методу. Метод позволяет производить измерения блуждающих токов, не прибегая к раскопкам кабеля (применение этого метода

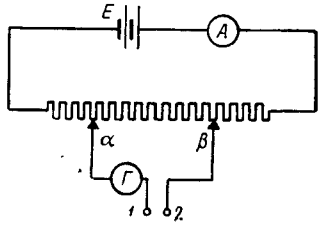


Фиг. 49. Измерение плотности тока, сходящего с оболочки кабеля, по диференциальному трёхэлектродному методу

в городских условиях затрудняется наличием мостовых, слабо проводящих электрический ток). Сущность метода заключается в следующем: на поверхности земли над кабельной траншеей укрепляют три неполяризующихся электрода $А$, $О$ и $Б$ (фиг. 49), скрепляемых

между собой рейкой. Электроды размещают по прямой линии на равном расстоянии d друг от друга.

Электроды A и $Б$ соединяют через два равных сопротивления R. Для измерения разности потенциалов между точками B и O включают потенциометр (фиг. 50) чувствительностью



Фиг. 50. Измерение потенциометром разности потенциалов между электродами

0,05 *мв* (зажимы *1* — *2*). Сопротивления R берут такой величины, чтобы их включение не нарушало заметным образом распределения блуждающих токов вблизи электродов и, кроме того, чтобы неравенством переходных сопротивлений электродов можно было пренебречь. При этих условиях потенциал U_B средней точки B будет равен средней арифметической потенциалов точек A и $Б$ на поверхности земли

$$U_B = \frac{U_A + U_Б}{2}, \qquad (81)$$

так как длина $A — Б$ мала, то основное поле земных токов (сплошная линия со стрелкой на фиг. 49) на этом протяжении можно считать равномерным; считая также однородной проводимость земли на участке $A — Б$, можно сказать, что потенциал U_0 в точке O будет равен:

$$U_0 = U_B = \frac{U_A + U_Б}{2}. \qquad (82)$$

При отсутствии вблизи точки O какого-либо другого источника блуждающих токов разность потенциалов между точками B и O, обусловливаемая действием основного поля земных токов, будет равна нулю, и потенциометр отметит нулевое показание. Если же около точки O имеется дополнительный источник блуждающих токов (кабель или любая другая канализация, поглощающая или излучающая токи в землю, как это показано на фиг. 49 пунктиром), то точка O уже не будет иметь потенциал, равный $\frac{U_A + U_Б}{2}$, и потенциометр отметит наличие разности потенциалов ΔU между точками B и O, причём

$$\Delta U = U_0 - \frac{U_A - U_Б}{2}. \qquad (83)$$

Разность потенциалов ΔU в *мв*, измеренная при помощи потенциометра, может быть определена из формулы (84)

$$\Delta U = 0{,}366\, \rho\, j\, A, \qquad (84)$$

где ρ — удельное сопротивление земли, выраженное в *омометрах*;

j — плотность тока, выходящая из кабеля в землю на одном метре его длины, в *ма*;

A — коэфициент, зависящий от глубины зарытия кабеля, расположения электродов по отношению к кабелю и от расстояния между электродами.

Для случая расположения электродов перпендикулярно оси кабеля коэфициент A подсчитывается по формуле

$$A = \lg \frac{\sqrt{[h^2 + (y+d)^2][h^2 + (y-d)^2]}}{(h^2 + y^2)}, \qquad (85)$$

где h — глубина зарытия кабеля в *м*;

d — расстояние между центральным электродом и одним из крайних электродов в *м* и

y — расстояние по горизонтали от электрода O до вертикальной оси, проходящей через центр кабеля.

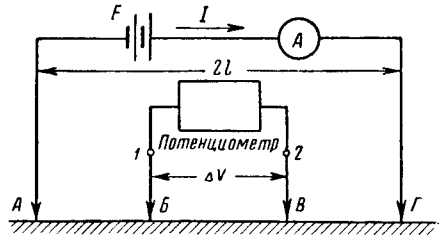
При размещении электрода O над кабелем $y = 0$; соответственно

$$A = \lg \frac{(h^2 + d^2)}{h^2}. \qquad (86)$$

В этом случае плотность тока j может быть подсчитана по формуле

$$j = \frac{\Delta U}{0{,}366\, \rho \lg \frac{(h^2 + d^2)}{h^2}}. \qquad (87)$$

Входящая в формулу (87) величина удельного сопротивления ρ измеряется по методу в. э. з. (вертикального электрического зондирования, схема фиг. 51). В этой схеме два электрода A и $Г$ соединяют с источником тока E и амперметром. Два других электрода $Б$ и B присоединяют к потенциометру, который измеряет разность потенциалов ΔU



Фиг. 51. Измерение удельного сопротивления земли по методу вертикального электрического зондирования

между электродами $Б$ и B. Эта разность потенциалов в схеме потенциометра (фиг. 50) компенсируется противоположной по знаку разностью потенциалов, создаваемой на концах сопротивления $\alpha\beta$ от батареи (сухого элемента) E.

Удельное сопротивление земли ρ определяется из формулы

$$\rho = \frac{2\pi \Delta U}{I} \cdot \frac{1}{\left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}\right]}, \qquad (88)$$

где r_1, r_2, r_3 и r_4 — расстояния электродов $Б$ и $В$ от питающих электродов $А$ и $Г$. Расположив электроды симметрично по прямой линии и приняв расстояние между электродами $А$ и $Г$ равным $2l$, а между электродами $Б$ и $В$ равным $2a$, можно выражение (88) переписать в следующем виде:

$$\rho = \frac{\pi l^2}{2a}\left(1 - \frac{a^2}{l^2}\right)\frac{\Delta U}{I}. \qquad (89)$$

Если в расположении электродов принять соотношение $l = 3a$, то выражение (89) для ρ упростится

$$\rho = 4\pi a \frac{\Delta U}{I}. \qquad (90)$$

Приближённо можно считать, что область земли, влияющая на измеренную величину удельного сопротивления, является полусферой с диаметром, равным расстоянию между питающими электродами $А$ и $Г$. При неоднородном грунте следует считать, что измеренная величина удельного сопротивления относится к глубине, равной одной четверти расстояния между электродами $А$ и $Г$. Поэтому при глубине прокладки кабелей h расстояние между электродами $А$ и $Г$ должно быть равно $4h$.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПЕРЕМЕННЫМ ТОКОМ

Общие сведения

Полное сопротивление переменному току различных элементов аппаратуры (дросселей, трансформаторов), а также различных видов цепей на воздушных и кабельных линиях имеет комплексную величину и обозначается обычно в виде выражения

$$|Z|e^{j\varphi} = Z_a \pm jZ_p, \qquad (91)$$

где $|Z|$ — модуль полного сопротивления;
φ — его угол;
Z_a — активная (ваттная) составляющая, равная $Z\cos\varphi$;
Z_p — реактивная (безваттная) составляющая, равная $Z\sin\varphi$.

Знак + (плюс) в выражении (91) указывает на индуктивный характер реактивной составляющей, а знак — (минус) на ёмкостный.

Если известны составляющие Z_a и Z_p, то модуль и угол определяют по формулам:

$$|Z| = \sqrt{Z_a^2 + Z_p^2}; \qquad (92)$$

$$\varphi = \operatorname{arctg}\frac{Z_p}{Z_a}. \qquad (93)$$

При определении зависимости полных сопротивлений от таких факторов, как, например, частота или сила тока, полученные данные представляют в виде кривых, построенных в подавляющем большинстве в декартовых координатах или реже в полярных.

Наряду с определением полного сопротивления измеряемого объекта на практике часто встречается необходимость в вычислении его индуктивности L_x, ёмкости C_x, сопротивления потерь при переменном токе r_n и угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg}\theta$.

Для известной частоты измерительного тока ($\omega = 2\pi f$) эти вычисления производят по формулам:

$$L_x = \frac{Z_{px}}{\omega}; \qquad (94)$$

$$C_x = \frac{1}{\omega Z_{px}}; \qquad (95)$$

$$r_n = Z_{ax} - r_o; \qquad (96)$$

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{Z_{ax}}{Z_{px}} \qquad (97)$$

В формулах (94) — (97) введены следующие обозначения: Z_{ax} и Z_{px} — активная и реактивная составляющие полного сопротивления; r_o — сопротивление измеряемого объекта постоянному току.

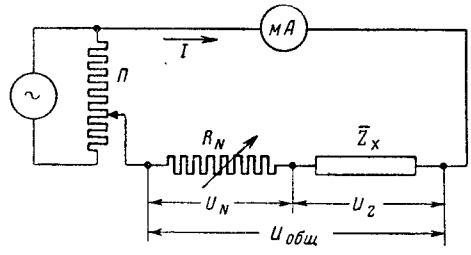
При измерении катушек индуктивности или трансформаторов с магнитным сердечником следует иметь в виду, что величины их полного сопротивления (а следовательно, индуктивности и сопротивления потерь) зависят от величины протекающего по ним тока, и это необходимо учитывать при выборе методов измерения.

Для измерения полных сопротивлений переменному току в качестве эталонов применяют в различных комбинациях включения магазины сопротивлений, эталоны индуктивности (иногда взаимоиндуктивности) и эталоны (магазины) ёмкости. С точки зрения точности, меньшей зависимости от частоты и силы тока, а также более лёгкой возможности экранирования и т. п. предпочтение следует отдавать магазинам сопротивления и ёмкости.

Ниже изложены наиболее употребительные методы измерения полных сопротивлений, к числу которых относятся: метод трёх вольтметров, метод трёх амперметров, а также метод моста с его схемными разновидностями.

Метод трёх вольтметров

При этом методе последовательно с измеряемым сопротивлением Z_x включают эталонное безиндуктивное сопротивление R_N; для определения режима измерения (по величине тока) служит миллиамперметр $мА$ (фиг. 52).



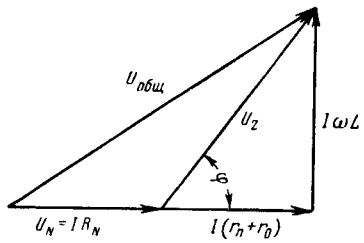
Фиг. 52. Схема измерения сопротивлений по методу трёх вольтметров

После измерения двух величин напряжений U_N и U_z можно найти модуль полного сопротивления

$$Z_x = R_N \frac{U_z}{U_N} \text{ ом}. \qquad (98)$$

Для определения угла φ производят ещё измерение третьей величины напряжения $U_{общ}$. На основании векторной диаграммы (фиг. 53) из результатов трёх измерений находят величину угла φ:

$$\cos\varphi = \frac{U_{общ}^2 - U_N^2 - U_z^2}{2U_N U_z}. \qquad (99)$$



Фиг. 53. Векторная диаграмма к методу трёх вольтметров

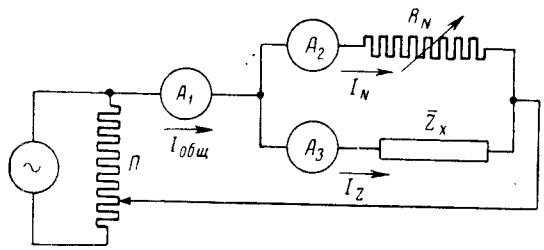
Измерительные приборы должны иметь большое входное сопротивление (ламповые или электростатические вольтметры).

Наиболее точные результаты можно получить, если показания приборов U_N и U_z будут близки по величинам; это достигается изменением сопротивления R_N.

Метод трёх амперметров

Модуль сопротивления определяют из результатов измерений токов I_N и I_z (фиг. 54):

$$Z_x = R_N \frac{I_N}{I_z}. \qquad (100)$$



Фиг. 54. Схема измерения сопротивлений по методу трёх амперметров

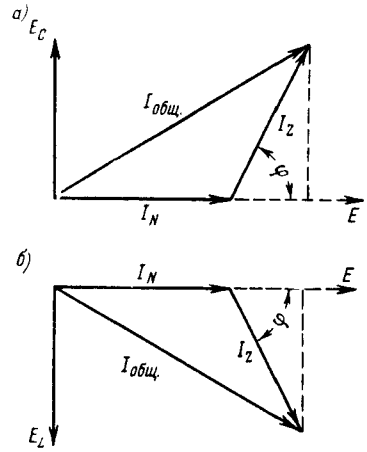
Для определения угла φ измеряют ещё ток $I_{общ}$ и подсчёт производят по формуле

$$\cos\varphi = \frac{I_{общ}^2 - I_N^2 - I_z^2}{2I_N I_z}. \qquad (101)$$

Диаграммы токов представлены для случаев, когда сопротивление $\bar{Z}_x$ имеет ёмкостный (фиг. 55,*а*) и индуктивный (фиг. 55,*б*) характер.

В обоих случаях точность измерений увеличивается с увеличением угла φ и уменьшается с увеличением разности $(Z_x - R_N)$.

Определить знак угла φ возможно при условии, что кроме безиндукционного сопротивления R_N в схеме будут применены эталоны ёмкости или индуктивности.



Фиг. 55. Векторные диаграммы к методу трёх амперметров: *а*—сопротивление имеет ёмкостный характер; *б*—сопротивление имеет индуктивный характер

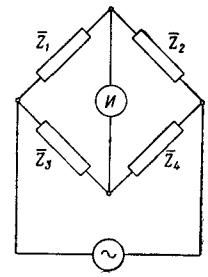
Метод моста. Прииции экранироваиия мостовых схем

Метод моста является одним из наиболее точных методов измерения полных сопротивлений переменному току. Плечи $\bar{Z}_1$, $\bar{Z}_2$, $\bar{Z}_3$ и $\bar{Z}_4$ в схеме моста (фиг. 56) в общем случае являются величинами комплексными.

Мост считается уравновешенным, когда ток в индикаторе *И* будет отсутствовать.

Для уравновешенного моста справедливо следующее условие:

$$\frac{Z_1}{Z_3} e^{j(\varphi_1 - \varphi_3)} = \frac{Z_2}{Z_4} e^{j(\varphi_2 - \varphi_4)}. \qquad (102)$$



Фиг. 56. Схема моста переменного тока

Применив к этому условию правило равенства комплексных величин, можно написать два самостоятельных условия (для модулей и для углов):

$$\frac{Z_1}{Z_3} = \frac{Z_2}{Z_4} \qquad (103)$$

и

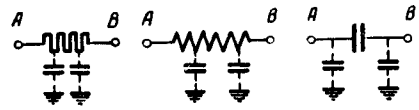
$$\varphi_1 - \varphi_3 = \varphi_2 - \varphi_4. \qquad (104)$$

Пользуясь уравнениями (103) и (104), можно определить полное сопротивление любого плеча по полученным при равновесии схемы моста известным сопротивлениям трёх остальных плеч.

Соблюдение двух условий (103) и (104) для получения равновесия в схеме моста переменного тока практически приводит к тому, что в отличие от мостов постоянного тока

(где в принципе требуется выполнить лишь одну регулировочную манипуляцию) здесь необходимо при каждом измерении выполнить по крайней мере две регулировки.

Особое внимание в схемах мостов переменного тока уделяют устранению влияния ёмкостных связей, которыми обладают отдельные элементы схемы (сопротивления, катушки индуктивности, конденсаторы) по отношению друг к другу и к земле (фиг. 57). Величины

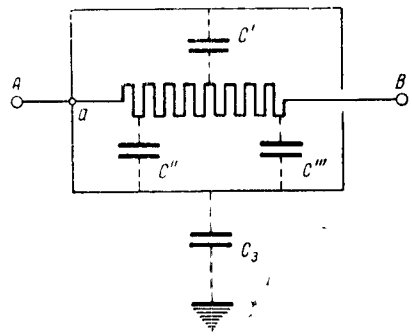


Фиг. 57. Схемы распределения частичных ёмкостей у элементов моста по отношению к земле

этих ёмкостей зависят от расстояния указанных элементов до окружающих предметов и земли, в силу чего действие ёмкостных связей в схемах мостов без принятия специальных мер будет являться случайным и переменным (не поддающимся учёту).

Одной из таких мер является электростатическое экранирование, которое заключается в том, что каждый элемент схемы помещают в металлический экран.

Этим создаётся постоянство распределённых ёмкостей (C', C'', C''') экранируемого элемента по отношению к экрану (фиг. 58)



Фиг. 58. Способ электростатического экранирования

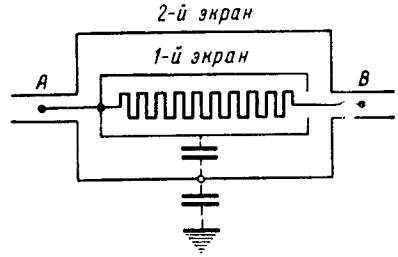
и величина помещённого в экран сопротивления становится независимой от его положения по отношению к земле.

Ёмкость экрана по отношению к земле $C_э$ может быть легко принята во внимание в измерительной схеме, если экран будет присоединён к какой-либо точке сопротивления (точка a, фиг. 58).

При необходимости экранировать несколько последовательно включаемых элементов или стабилизировать ёмкость первого экрана применяют двойное экранирование (фиг. 59).

Мост Вина

Основным назначением моста Вина является измерение полных сопротивлений, обладающих большой индуктивностью (от 0,001 *гн* и более). Измерение базируется на применении эталонов индуктивности L_N, включаемых в плечо N, и магазина сопротивления W, который может быть по мере надобности включён либо в плечо N либо в плечо X (фиг. 60).

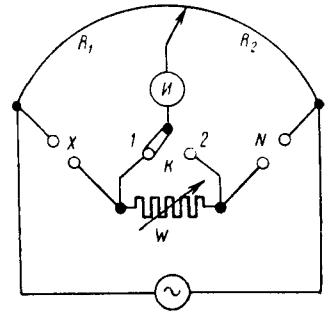


Фиг. 59. Способ двойного экранирования

Балансные плечи R_1 и R_2 в мостах данного вида обычно представляют собой калиброванную константановую струну, градуировка которой соответствует непосредственно отношению $\frac{R_1}{R_2}$.

В качестве нулевого индикатора $И$ здесь чаще всего употребляется телефон.

Измерение ведут методом последовательного приближения: вначале, по минимуму



Фиг. 60. Схема моста Вина

звука в телефоне, устанавливают примерную точку на струне, соответствующую определённому отношению $\frac{R_1}{R_2}$, затем получают более острый минимум, изменяя величину сопротивления W; после этого уточняют отношение $\frac{R_1}{R_2}$ и т. д. до полного исчезновения звука в телефоне.

Результат измерений подсчитывается по формуле

$$L_x = L_N \frac{R_1}{R_2}, \qquad (105)$$

где L_x — величина индуктивности измеряемого объекта в *гн*;

L_N — величина индуктивности эталона в *гн*.

Ваттная составляющая r_{x_1} измеряемого объекта найдётся:

а) при включении сопротивления W в плечо N

$$r_x = (r_N + W)\frac{R_1}{R_2}; \qquad (106)$$

б) при включении сопротивления W в плечо X

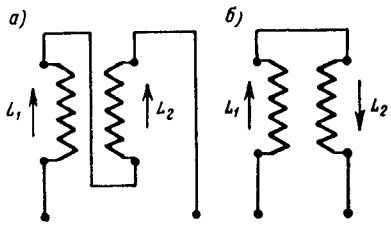
$$r_x = r_N \cdot \frac{R_1}{R_2} - W, \qquad (107)$$

где r_N — ваттная составляющая эталона индуктивности.

При измерении рекомендуется брать эталон, величина индуктивности которого близка к индуктивности измеряемого объекта.

Для определения коэфициента взаимоиндуктивности между двумя связанными индуктивно обмотками производят два измерения:

1) обмотки соединяют последовательно с таким расчётом, чтобы магнитные потоки их складывались (фиг. 61, *а*); тогда измеренный



Фиг. 61. Схемы соединения обмоток для измерения коэфициента взаимоиндуктивности; *а*—согласованное соединение; *б*—встречное соединение

результирующий коэфициент индуктивности L' будет равен

$$L' = L_1 + L_2 + 2M; \qquad (108)$$

2) изменив схему соединения обмоток так, что их магнитные потоки вычитаются (фиг. 61, *б*), измеряют коэфициент индуктивности L'', который будет равен

$$L'' = L_1 + L_2 - 2M. \qquad (109)$$

Из результатов двух измерений получают искомую величину коэфициента взаимоиндукции:

$$M = \frac{L' - L''}{4}. \qquad (110)$$

Такой способ можно применять при малой связи между обмотками и отсутствии у них железных сердечников, в противном случае результат будет неточен из-за заметного влияния межобмоточных ёмкостей и изменения величины тока в обмотках после переключения.

Схема моста позволяет производить также и измерения ёмкостей; для удобства вычислений измеряемый объект в этом случае включают в плечо N, а эталон — в плечо X.

Тогда результат измерений вычисляют по формуле:

$$C_x = C_N \frac{R_1}{R_2}, \qquad (111)$$

где C_x — измеренная ёмкость в *мкф*;

C_N — ёмкость эталона (магазина) в *мкф*.

Если требуется измерить также и сопротивление потерь, то сопротивление W включают в плечо X (сопротивлением потерь самого эталона обычно пренебрегают), а результат подсчитывают по формуле

$$r_x = W \frac{1}{\frac{R_1}{R_2}}, \qquad (112)$$

где r_x — сопротивление потерь измеряемого объекта в *ом*.

При необходимости определить угол диэлектрических потерь $\operatorname{tg}\theta_x$ у измеренных конденсаторов пользуются формулой

$$\operatorname{tg}\theta_x = r_x\,\omega C_x, \qquad (113)$$

где ω — известная круговая частота измерительного тока.

Мост иногда используют для измерения сопротивлений постоянным током, для чего вместо генератора переменного тока включают батарею, а вместо телефона в качестве индикатора включают гальванометр. Искомое сопротивление (включённое в плечо X) при этом подсчитывают по формуле

$$R_x = W \frac{R_1}{R_2}. \qquad (114)$$

Клеммы N должны быть перед измерением замкнуты накоротко, а ключ K переведён в положение *1*.

Мост Максвелла

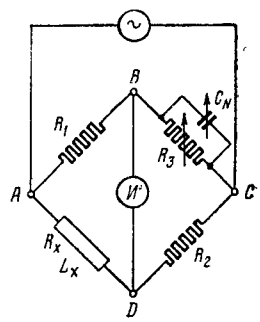
Мост позволяет производить измерения полных сопротивлений с индуктивной составляющей при помощи эталонов ёмкости и сопротивления (фиг. 62).

Результат измерений подсчитывается по формулам:

$$L_x = R_1 R_2 C \qquad (115)$$

и

$$R_x = \frac{R_1 R_2}{R_3}, \qquad (116)$$



Фиг. 62. Схема моста Максвелла

где L_x — измеренная индуктивность в *гн*,

C — ёмкость эталона в *ф*.

Если плечи моста R_1 и R_2 имеют по 1 000 *ом* ($R_1 = R_2 = 1\,000$ *ом*), то формулы для вычисления упрощаются:

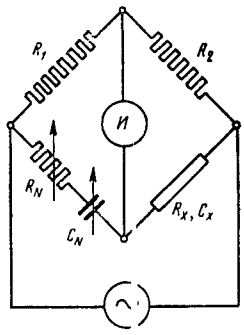
$$L_x = C; \qquad (117)$$

$$R_x = \frac{10^6}{R_3}; \qquad (118)$$

причём, если L_x здесь выражать как и прежде в *гн*, то ёмкость C может быть выражена в *мкф*.

Мост Соти

Мост предназначен для измерения полных сопротивлений с ёмкостной составляющей при помощи эталонов ёмкости C_N и сопротивления R_N (фиг. 63). Результат измерений подсчитывается по формулам:



Фиг. 63. Схема моста Соти

$$C_x = \frac{R_1}{R_2} C_N \qquad (119)$$

и

$$R_x = \frac{R_2}{R_1} R_N. \qquad (120)$$

Резонансный мост

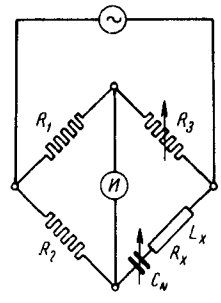
Основным назначением резонансного моста (фиг. 64) является измерение полных сопротивлений, обладающих большой индуктивностью. Равновесие в схеме моста достигается тем, что индуктивность L_x измеряемого объекта компенсируется ёмкостью C_N, а ваттная составляющая R_x уравновешивается переменным сопротивлением R_3.

Результаты измерений после уравновешивания схемы могут быть подсчитаны по формулам:

$$L_x = \frac{1}{\omega^2 C_N} \qquad (121)$$

и

$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1}. \qquad (122)$$



Фиг. 64. Схема резонансного моста

Принципиально мост позволяет производить также измерения ёмкости. Так как в расчётную формулу (121) входит квадрат частоты, при измерениях необходимо предъявлять требование к точному определению частоты генератора.

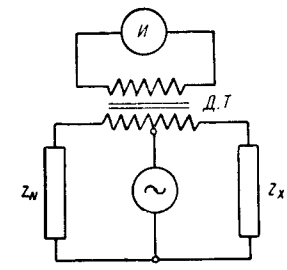
Диференциальный мост

Основой моста является трансформатор $ДТ$, к средней точке которого подводят напряжение генератора (фиг. 65); измеряемое сопротивление $\overline{Z}_x$ и уравновешивающее его сопротивление $\overline{Z}_N$ включают последовательно с двумя полуобмотками трансформатора.

При равновесии моста, достигаемого подбором Z_N (при условии симметрии полуобмоток трансформатора), искомое сопротивление определяется по формуле

$$\overline{Z}_x = \overline{Z}_N. \qquad (123)$$

Диференциальные мосты в последнее время получают всё большее распространение потому, во-первых, что в этих мостах достигается наилучшее устранение влияния паразитных ёмкостных связей и, во-вторых, для высокочастотных измерений значительно легче изготовить весьма симметричный диференциальный трансформатор, чем выполнить два совершенно идентичных балансных сопротивления.



Фиг. 65. Схема диференциального моста

Ввиду того что эталоны индуктивности менее пригодны для измерений, чем магазины ёмкости, в особенности, если речь идёт об измерениях в диапазоне высоких частот, то мы подвергнем рассмотрению лишь такие схемы, в которых в качестве эталонов употребляют ёмкость и сопротивление.

Диференциальный мост наиболее часто используется для четырёх характерных случаев измерения, когда полные сопротивления имеют: а) большой отрицательный угол, б) малый отрицательный угол, в) малый положительный угол и г) большой положительный угол.

Случай «а». Балансное плечо Z_N (фиг. 66, *а*) состоит из включённых последовательно магазина ёмкости C_N и сопротивления R_N.

Равновесие моста наступает, когда $C_x = C_N$ и $R_x = R_N$.

Из результатов измерения модуль Z_x и угол φ_x подсчитывают по формулам:

$$Z_x = \sqrt{R_N^2 + \frac{1}{\omega^2 C_N^2}} = \frac{\sqrt{1 + \omega^2 R_N^2 C_N^2}}{\omega C_N}; \qquad (124)$$

$$\varphi_x = \operatorname{arctg} \frac{1}{\omega R_N C_N}. \qquad (125)$$

При уменьшении угла φ_x значения C_N возрастают настолько, что обеспечить их практически становится нецелесообразным.

Случай «б». В плече эталона применяют параллельное включение ёмкости и сопротивления (фиг. 66, *б*). В момент равновесия здесь так же, как и в первом случае, $C_x = C_N$, а $R_x = R_N$. Расчётные формулы будут иметь вид:

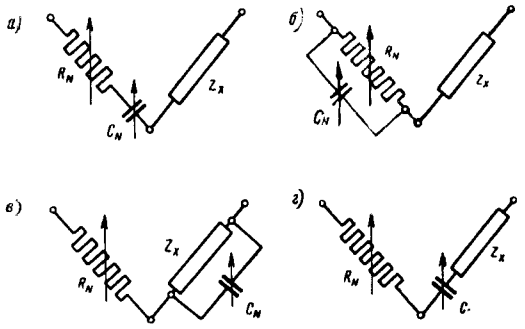
$$Z_x = \frac{R_N}{\omega C_N \sqrt{R_N^2 + \frac{1}{\omega^2 C_N^2}}} = \frac{R_N}{\sqrt{1 + \omega^2 R_N^2 C_N^2}}; \qquad (126)$$

$$\varphi_x = \operatorname{arctg} \omega R_N C_N. \qquad (127)$$

Случай «в». Эталоны включают в соответствии со схемой фиг. 66, *в* и в момент равновесия моста, когда будет достигнут резонанс токов в плече измеряемого сопротивления, $R_x = R_N$, а $L_x = \frac{1}{\omega^2 C_N}$. Тогда, поскольку R_x и L_x следует представлять включёнными параллельно, формулы для модуля и угла примут вид:

$$Z_x = \frac{R_N}{\omega C_N \sqrt{R_N^2 + \frac{1}{\omega^2 C_N^2}}} = \frac{R_N}{\sqrt{1 + \omega^2 R_N^2 C_N^2}}; \quad (128)$$

$$\varphi_x = \operatorname{arctg} \omega R_N C_N. \quad (129)$$



Фиг. 66. Схемы включения эталонов в плечи диференциального моста для случаев, когда измеряемое сопротивление имеет: *а*—большой отрицательный угол; *б*—малый отрицательный угол; *в*—малый положительный угол; *г*—большой положительный угол

Случай «г». Эталоны включают по схеме фиг. 66, *г*, при этом, когда будет достигнут резонанс напряжений, $L_x = \frac{1}{\omega^2 C_N}$ и $R_x = R_N$.

Расчёт производят по формулам:

$$Z_x = \sqrt{R_N^2 + \frac{1}{\omega^2 C_N^2}} = \frac{\sqrt{1 + \omega^2 R^2 C_N^2}}{\omega C_N}; \quad (130)$$

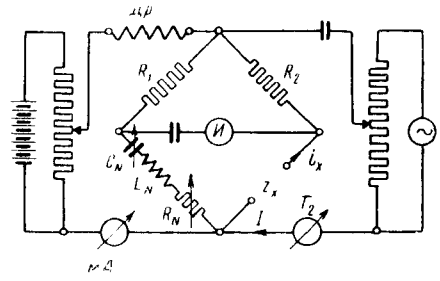
$$\varphi_x = \operatorname{arctg} \frac{1}{\omega R_N C_N}. \quad (131)$$

Мост для измерения катушек индуктивности при их подмагничивании постоянным током

На фиг. 67 измеряемая катушка индуктивности $\bar{Z}_x$ подмагничивается постоянным током, силу которого измеряет миллиамперметр *мА*. Прибор перемеиного тока, например термогальванометр *Тг*, измеряет общую величину переменного тока I, проходящего по обоим плечам моста. Величина переменного тока, проходящего только через катушку, может быть определена из условия:

$$i_x = \frac{IR_1}{R_1 + R_2}, \quad (132)$$

где R_1 и R_2 — сопротивления балансных плеч в момент достижения равновесия моста.



Фиг. 67. Схема моста для измерения катушек индуктивности при их подмагничивании постоянным током

Формула (132) верна при условии, что ответвлением переменного тока через запирающий дроссель *Др* можно пренебречь.

Принцип измерения индуктивности, как видно из схемы, основан на методе резонанса, поэтому данные ранее формулы для резонансного моста примеиимы и здесь.

ИЗМЕРЕНИЯ ЧЕТЫРЁХПОЛЮСНИКОВ

Измерение входного и характеристического сопротивлений

Измерения входного сопротивления четырёхполюсиików производят, применяя наиболее подходящие методы, изложенные в предыдущем разделе.

Характеристическое сопротивление четырёхполюсников $\bar{Z}$ определяют из результатов измерений входного сопротивления при холостом ходе $\bar{Z}_{х.х}$ и коротком замыкании $\bar{Z}_{к.з}$, при этом подсчёт производят по формуле

$$\bar{Z} = \sqrt{\bar{Z}_{х.х}\bar{Z}_{к.з}}. \quad (133)$$

Измерение входного сопротивления активных четырёхполюсников (например усилителей) проводят при соблюдении определённых условий рабочего режима на входе четырёхполюсника.

Измерение собствеиного затухания

Метод холостого хода и короткого замыкания. Классический метод холостого хода и короткого замыкания, относящийся к числу косвенных методов, позволяет определять собственное затухание четырёхполюсника и его фазовую постоянную по измеренным величинам входных сопротивлений $Z_{х.х}$ и $Z_{к.з}$ четырёхполюсника.

Расчёты производят, исходя из известного соотношения для постоянной передачи четырёхполюсника g:

$$\operatorname{th} g = \operatorname{th}(b + ja) = \sqrt{\frac{\overline{Z}_{к.з}}{\overline{Z}_{х.х}}} = Te^{j\psi}, \quad (134)$$

где b — затухание четырёхполюсника и a — фазовая постоянная четырёхполюсника.

Вычисление величин b и a производят по формулам:

$$\operatorname{th} 2b = \frac{2T\cos\psi}{1+T^2}; \quad (135)$$

$$\operatorname{tg} 2a = \frac{2T\sin\psi}{1-T^2}. \quad (136)$$

Если четырёхполюсником является воздушная или кабельиая линия длиной l, то из результатов вычисления величин b и a нетрудно определить и километрические значения коэфициентов β и α:

$$\beta = \frac{b}{l} \quad (137)$$

и

$$\alpha = \frac{a}{l}, \quad (138)$$

а также и постоянную распространения $\gamma = \beta + j\alpha$.

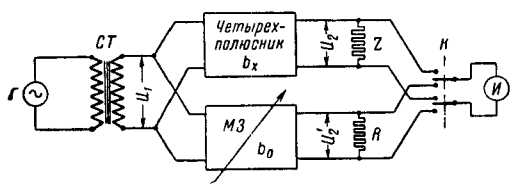
В свою очередь, зная величины Z и γ, по известным из теории передачи формулам можно определить и все первичные параметры линии — R, L, C и G (при условии однородности линии).

Использование формул (135) и (136) даёт удовлетворительные результаты, если четырёхполюсник имеет затухание в пределах 0,2 ÷ ÷ 1 *неп*, т. е. когда разиица величин $\overline{Z}_{х.х}$ и $\overline{Z}_{к.з}$ ие слишком мала (при больших затухаииях) и не слишком велика (при малых затуханиях).

При затухании более 1 *неп* для вычисления b можио пользоваться приближённой формулой:

$$b = \frac{1}{2}\ln 2\left|\frac{\overline{Z}_{х.х} + \overline{Z}_{к.з}}{\overline{Z}_{х.х} - \overline{Z}_{к.з}}\right|. \quad (139)$$

Метод сравнения. В нормальной схеме для измерения собственного затухания четырёхполюсника по методу сравнения (фиг. 68):



Фиг. 68. Схема измерения собственного затухания четырёхполюсников по методу сравнения

Γ — источник переменного тока, питающий через симметрирующий трансформатор $СТ$ две параллельные цепи (цепь измеряемого четырёхполюсиика с затуханием b_x и цепь магазина затуханий $МЗ$ с известным переменным затуханием b_0), высокоомный индикатор $И$, ключ $К$ (для подключения индикатора попеременно то к выходу измеряемого четырёхполюсника, то к выходу магазина затуханий) и два нагрузочных сопротивления Z и R.

Измерение производят путём изменения величины затухания b_0 магазина затуханий до тех пор, пока не будет установлено равенство напряжений U_2 и U'_2, что фиксируется равными отклонениями стрелки индикатора $И$. При этом

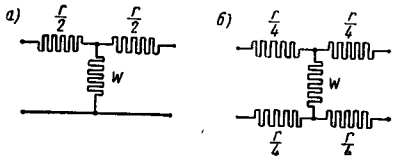
$$b_x = b_0. \quad (140)$$

Условие (140) справедливо для симметричных четырёхполюсников.

В случае измерения несимметричного четырёхполюсника, имеющего различные характеристические сопротивления Z_1 (по схеме слева) и Z_2 (справа), его затухание определяют по формуле:

$$b_x = b_0 - \frac{1}{2}\ln\left(\frac{Z_1}{Z_2}\right). \quad (141)$$

Магазины затухания ($МЗ$), применяемые при измерениях затухания четырёхполюсников, представляют собой так называемые неискажающие искусственные линии. Каждый магазин состоит из комплекта звеньев, обычно Т-образного (фиг. 69, *а*) или Н-образного (фиг. 69, *б*) типов.



Фиг. 69. Схема магазинов затухания: *а*—Т-образная; *б*—Н-образная

Магазины затуханий чаще всего выполняют по декадному принципу.

На практике большей частью находят применение магазины затуханий с характеристическими сопротивлениями $R = 600$ и 1 400 *ом*.

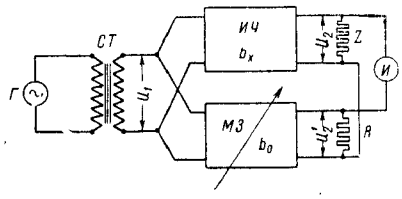
Компенсационный метод. В отличие от схемы фиг. 68, применяемой при измерении собственного затухания методом сравнения, в схеме фиг. 70 для измерения компенсационным методом выходы измеряемого четырёхполюсника $ИЧ$ и магазина затуханий $МЗ$ замыкают между собой, включая в один из соединительиых проводов нулевой иидикатор $И$.

После включения генератора Γ на выходе четырёхполюсника появятся отличающиеся по модулю и фазе напряжения U_2 и U'_2; это вызовет появление в соединительных проводах уравнительных токов, которые и будут зафиксированы индикатором $И$.

Уравнительные токи исчезнут только тогда, когда напряжения U_2 и U'_2 уравняются как по модулю, так и по фазе.

Так как магазин затуханий, состоящий из безреактивных сопротивлений, не обладает возможностью менять фазу напряжения U'_2,

то полное равенство напряжений U_2 и U_2' наступит лишь в случае сдвига фаз между напряжениями на входе и выходе измеряемого четырёхполюсника (между U_1 и U_2) на величину, кратную 2π (или π при перемене



Фиг. 70. Схема измерения собственного затухания четырёхполюсников компенсационным методом

местами проводов на входе или выходе одного из четырёхполюсников).

Так как фазовая постоянная у четырёхполюсников является функцией частоты, то измерять собственное затухание четырёхполюсника данным методом можно только при тех частотах, для которых будет выполнено указанное условие фаз.

Из сказанного вытекает, что процесс измерений будет состоять в поочерёдных регулировках затухания в магазине и плавных изменениях частоты генератора до получения нулевого показания на индикаторе. Нулевому показанию индикатора будет соответствовать равенство затуханий:

$$b_x = b_0. \qquad (142)$$

Компенсационный метод применим практически для измерения таких четырёхполюсников, у которых фазовая постоянная довольно резко меняется с изменением частоты, т. е. когда условие фаз можно выполнить в интересующем диапазоне для нескольких частот.

Благодаря применению нулевого индикатора компенсационный метод является более точным, чем метод сравнения.

Измерение рабочего затухания

Рабочее затухание является мерой оценки работы четырёхполюсников в действительных условиях; поэтому понятие о рабочем затухании связано со значениями сопротивлений передатчика и приёмника, между которыми включён четырёхполюсник. При измерениях рабочего затухания четырёхполюсника удобно исходить из выражения:

$$b_{раб} = \ln \frac{E}{2U_2} + \frac{1}{2} \ln \left(\frac{Z_2}{Z_1}\right), \qquad (143)$$

где E — электродвижущая сила передатчика;

U_2 — напряжение на зажимах приёмника;

Z_1 и Z_2 — сопротивления передатчика и приёмника.

При равенстве Z_1 и Z_2 выражение (143) примет вид:

$$b_{раб} = \ln \frac{E}{2U_2}, \qquad (144)$$

или, имея в виду, что $\frac{E}{2} = U_1$:

$$b_{раб} = \ln \frac{U_1}{U_2}. \qquad (145)$$

Так как в выражении (143) сопротивления Z_1 и Z_2 предполагаются известными, то путём измерений оказывается необходимым определить лишь первое слагаемое правой части.

Ниже приведены наиболее употребительные методы измерения рабочего затухания.

Метод известного передатчика. Как видно из выражения (143), имея передатчик с известной электродвижущей силой (при известных величинах Z_1 и Z_2), для определения рабочего затухания четырёхполюсника достаточно измерить лишь напряжение U_2 на зажимах приёмника при помощи вольтметра V с большим внутренним сопротивлением (фиг. 71).

Обычно с целью упрощения подсчётов измеряют не величины напряжений, а величины



Фиг. 71. Схема измерения рабочего затухания четырёхполюсников по методу известного передатчика

абсолютных уровней по напряжению. Эту возможность легко увидеть из видоизменённого выражения (143):

$$b_{раб} = \ln \frac{E \cdot 0{,}775}{2U_2 \cdot 0{,}775} + \frac{1}{2} \ln \left|\frac{Z_2}{Z_1}\right| =$$

$$= \ln \frac{E}{2 \cdot 0{,}775} - \ln \frac{U_2}{0{,}775} + \frac{1}{2} \ln \left|\frac{Z_2}{Z_1}\right|, \qquad (146)$$

или в абсолютных уровнях по напряжению

$$b_{раб} = p_1 - p_2 + \frac{1}{2} \ln \left|\frac{Z_2}{Z_1}\right|. \qquad (147)$$

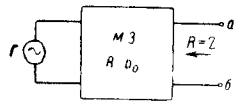
Таким образом, для измерения рабочего затухания достаточно иметь вольтметр, проградуированный в значениях абсолютных уровней по напряжению, или указатель уровня. Осуществление передатчика с известной электродвижущей силой и заданным внутренним сопротивлением может быть выполнено следующим образом.

Заданное внутреннее сопротивление передатчика можно получить, взяв генератор с небольшим внутренним сопротивлением и включив последовательно с ним добавочное сопротивление требуемой величины.

Весьма целесообразно этот вопрос решают также, включая вслед за генератором магазин затуханий (фиг. 72) с характеристическим сопротивлением R, равным заданному внутреннему сопротивлению $|Z|$ передатчика.

При достаточно большой величине затухания в магазине *МЗ* (порядка 1,5 *нп*) входное сопротивление со стороны клемм *а — б* будет равно заданному, практически незави-

симо от внутреннего сопротивления генератора $Г$; если внутреннее сопротивление генератора близко по величине к заданному, то затухание в магазине может быть уменьшено. Путём изменения затухания магазина можно также изменять в желаемых пределах напряжение на выходе магазина (клеммы $а-б$), или, что то же, — исходящий уровень передатчика.

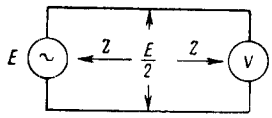


Фиг. 72. Схема передатчика с добавочным магазином затуханий

Определить электродвижущую силу передатчика можно, например, применив вольтметр с большим виутренним сопротивлением (раз в 100 превышающим внутреннее сопротивление передатчика). Однако, как видно из изложенного ранее, измерять оказывается целесообразным не электродвижущую силу, а напряжение на выходе передатчика, равное половине электродвижущей силы.

Половину электродвижущей силы нетрудно определить, измерив высокоомным вольтметром напряжение на нагрузке, сопротивление которой равно внутреннему сопротивлению передатчика.

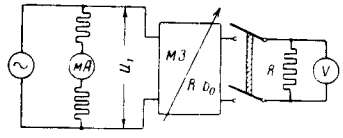
Ещё проще решается вопрос при наличии вольтметра, имеющего как высокоомное, так и иужное входное сопротивление (большей частью равное 600 *ом*); присоединив такой вольтметр к передатчику (фиг. 73), можно сразу измерить желаемую величину половины электродвижущей силы, а если вольтметр проградуирован в неперах, то и величину абсолютного уровня по напряжению.



Фиг. 73. Схема измерения половины электродвижущей силы передатчика

Регулируя мощность генератора и меняя затухание магазина, включаемого последовательно с генератором, устанавливают желаемую величину исходящего уровня, соответствующего половине электродвижущей силы.

Можно устанавливать требуемый уровень напряжения на выходе магазина затуханий, контролируя посредством измерительного прибора *мА* (например термогальванометра) напряжение U_1 на выходе генератора (фиг. 74).



Фиг. 74. Схема для установления требуемого уровня напряжения на выходе магазина затуханий

Так, если установить на входе в магазин *МЗ* уровень p_1 (напряжение U_1), то на выходе магазина с введённым затуханием b_0 будет получен уровень:

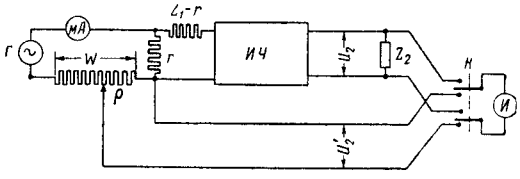
$$p_0 = p_1 - b_0. \qquad (148)$$

Передатчики с электродвижущей силой, равной $1{,}55\ в \left(\frac{E}{2} = 0{,}775\ в\right.$, что соответствует нулевому уровню$\left.\right)$, и внутренним сопротивлением 600 *ом* ($\angle 0°$) носят название **нормальных генераторов**.

Метод известного передатчика благодаря своей простоте нашёл весьма широкое применение как в лабораторных, так и в эксплоатационных условиях.

Метод «$Z-r$» (потенциометрический). Метод «$Z-r$» (так же, как и рассматриваемый далее метод «Z») характерен тем, что он освобождает от необходимости иметь измерительный генератор с вполне определёнными даннымн и вместе с тем позволяет повысить точность и расширить пределы измерений.

В одной из разновидностей схем измерения рабочего затухания по методу «$Z-r$» (фиг. 75)



Фиг. 75. Схема измерения рабочего затухания четырёхполюсников по методу «$Z-r$»

последовательно с измеряемым четырёхполюсником *ИЧ* включают безиндукционное сопротивление величиной (Z_1-r), где Z_1—заданное по условиям измерений сопротивление со стороны передатчика; W — безиндукционный потенциометр, позволяющий снимать нужное напряжение с его части — ρ; *И*—высокоомный индикатор и $К$ — ключ для попеременного включения индикатора к выходу четырёхполюсника и к сопротивлению ρ. Миллиамперметр *мА* позволяет при необходимости контролировать режим измерения.

Процесс измерения состоит в изменении величины ρ (передвижением рычага потенциометра) до тех пор, пока не будет достигнуто равенство напряжений U_2 и U'_2.

Результат измерения (при $U_2 = U'_2$) подсчитывают по формуле

$$b_{раб} = \ln \frac{r}{2\rho} + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{Z_2}{Z_1} \right| . \qquad (149)$$

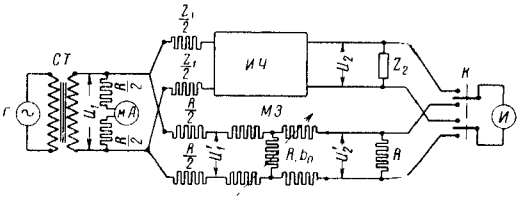
Второе слагаемое в правой части выражения (149) определяется, как уже указывалось выше, самостоятельным подсчётом.

Сопротивление r обычно берут равным 200 — 100 *ом*, а сопротивление ρ выявляется как продукт измерения.

Схема несимметрична относительно земли, что в значительной степени ограничивает возможность использования данного метода при высоких частотах.

Метод «Z» (с магазином затуханий). В схеме для измерения рабочего затухания по методу «Z» (фиг. 76) применён магазин затуханий *МЗ* с характеристическим сопротивле-

нием R. Так как последовательно с ним включены два равных сопротивления $\frac{R}{2}$, то $U_1' = \frac{U_1}{2}$.



Фиг. 76. Схема измерения рабочего затухания четырёхполюсников по методу «Z»

Применительно к данной схеме рабочее затухание четырёхполюсника равно:

$$b_{раб} = \ln\frac{E}{2U_2} + \frac{1}{2}\ln\left|\frac{Z_2}{Z_1}\right| = \ln\frac{U_1}{2U_2} + \frac{1}{2}\ln\left|\frac{Z_2}{Z_1}\right|. \quad (150)$$

Процесс измерения состоит в регулировании затухания магазина до достижения равенства напряжений U_2 и U_2'.

Этому положению будет соответствовать условие:

$$U_2 = U_2' = U_1' e^{-b_0} = \frac{U_1}{2} \cdot e^{-b_0}. \quad (151)$$

Из сопоставления выражений (150) и (151) следует, что

$$b_{раб} = \ln e^{b_0} + \frac{1}{2}\ln\left|\frac{Z_2}{Z_1}\right|. \quad (152)$$

В случае равенства сопротивлений Z_1 и Z_2

$$b_{раб} = b_0. \quad (153)$$

Благодаря разделению сопротивлений на входе данная схема является симметричной; кроме того, она характерна простотой отсчётов и широкими пределами измерений. Эти качества схемы послужили причиной её широкого распространения.

Измерение усиления

Методы измерения усиления усилителей в основном аналогичны методам измерения рабочего затухания. Специфика измерения усилителей состоит в том, что на вход усилителя подают вполне определённое, соответствующее нормальному режиму его работы, напряжение, поддающееся регулировке; последнее необходимо для снятия амплитудной характеристики; у дуплексных усилителей необходимо также считаться с наличием усиления в обоих направлениях, поэтому усилитель одного из направлений во время измерения обычно выключают.

Одним из употребительных методов измерения усиления является метод известного передатчика (фиг. 77).

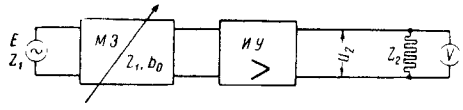
Для данной схемы рабочее усиление усилителя S может быть вычислено по формуле

$$S = \ln\frac{2U_2}{E}e^{b_0} - \frac{1}{2}\ln\left(\frac{Z_2}{Z_1}\right), \quad (154)$$

или, переходя к уровням по напряжению,

$$S = p_2 - p_1 + b_0 - \frac{1}{2}\ln\left(\frac{Z_2}{Z_1}\right), \quad (155)$$

где p_2 — уровень напряжения, измеренный на нагрузке Z_2;
p_1 — уровень напряжения на входе магазина затуханий;
b_0 — величина затухания в магазине.

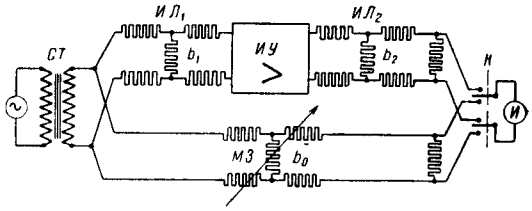


Фиг. 77. Схема измерения усиления усилителей по методу известного передатчика

В случае, если при измерениях взят нормальный генератор с уровнем $p_1=0$, а также при равенстве сопротивлений Z_2 и Z_1 величина усиления может быть определена по более простой формуле

$$S = p_2 + b_0. \quad (156)$$

Просто измеряется усиление по методу сравнения с магазином затуханий (фиг. 78).



Фиг. 78. Схема измерения усиления усилителей по методу сравнения

Здесь искусственные линии с затуханиями b_1 и b_2, во-первых, ставят вход и выход усилителя в условия, соответствующие нормальным, и, во-вторых, обеспечивают вместе с усилителем затухание, сравнимое с затуханием b_0 магазина $МЗ$. После установления равенства отклонений стрелки индикатора при его включении на выход верхней и нижней ветвей будем иметь

$$S = b_1 + b_2 - b_0. \quad (157)$$

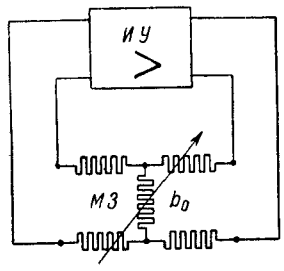
Для измерения усиления усилителя тональной частоты может быть использовано также явление самовозбуждения, которое возникает в круговой цепи в том случае, если сумма усилений превышает сумму затуханий.

Схема измерения усиления, основанная на этом, может быть легко осуществлена, если вход и выход усилителя соединить через магазин затуханий, как это показано на фиг. 79.

На пороге возникновения генерации (зуммирования) в результате изменения затухания магазина будем иметь

$$S = b_0. \quad (158)$$

Возникновение генерации проверяют телефоном на одиом из звеньев круговой цепи. Следует иметь в виду, что для возникновения генерации необходимо не только условие амплитуд [условие (158)], но также и условие фаз, которые должны иметь сдвиг между входом и выходом усилителя на 2π (или π — при перемене местами проводов на любом участке круговой цепи).



Фиг. 79. Схема измерения усиления усилителей по методу самовозбуждения

В силу этого условия генерация может возникнуть только при нескольких частотах, удовлетворяющих упомянутому условию.

Для усилителей с прямолинейной характеристикой это не имеет значения.

Если же необходимо измерить кривую усиления с неравномерной частотной характеристикой, то следует прибегать к введению в схему полосных фильтров с узкими полосами пропускания. Это обстоятельство является недостатком метода самовозбуждения.

Измерение затухания несогласованности

Измерение затухания несогласованности двух неравных сопротивлений Z_1 и Z_2 (например, входного сопротивления действительной линии и сопротивления искусственной линии при настройке дуплексных телефонных усилителей или балансного затухания) производят по схемам, приведённым в главе «Дальняя связь».

ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЕЙ ПЕРЕДАЧИ И ОСТАТОЧНОГО ЗАТУХАНИЯ

Для поддержания требуемого качества телефонной связи на междугородных линиях весьма важным условием является соблюдение определённого режима передачи, установленного проектом для каждого канала связи.

Контроль и корректировку режима передачи в каналах связи осуществляют путём измерений уровней передачи и снятия частотных кривых остаточного затухания.

Измерение уровней передачи имеет своей задачей проверку установленных диаграмм уровней.

В измерительной технике различают:

1) абсолютный уровень мощности, напряжения или тока в той или иной точке цепи, определяемый отношением рассматриваемой величины (мощности, напряжения, тока) в данной точке соответственно к величинам мощности 1 *мвт* (для активной мощности), напряжения 0,775 *в* или тока 1,29 *ма*. Мощность, напряжение и ток, превосходящие по своей величине указанные значения (соответствующие нулевому уровню), считают имеющими положительный уровень; все величины, соответственно меньшие указанных значений, считаются имеющими отрицательный уровень;

2) относительный уровень мощности, напряжения или тока в той или иной точке цепи, определяемый отношением рассматриваемой величины в данной точке к значению той же величины в точке, которая выбрана условно в качестве начальной;

3) измерительный уровень в какой-либо точке цепи, определяемый величиной абсолютного уровня (мощности, напряжения или тока), полученного в этой точке, если на входе цепи включён нормальный генератор с внутренним сопротивлением 600 *ом* ($\angle 0^\circ$) и электродвижущей силой, равной 1,55 *в*.

Относительный уровень мощиости p определяют выражением

$$p = \frac{1}{2} \ln \frac{P_2}{P_1}, \qquad (159)$$

где P_2 — кажущаяся мощность, измеренная в рассматриваемой точке цепи;

P_1 — кажущаяся мощность в начальной точке цепи.

Ввиду отсутствия приборов для измерения малых мощностей в телефонных цепях обычно измеряют уровни напряжения (реже уровни токов), а уровни мощности определяют затем путём вычислений.

Выразив мощности через напряжения и сопротивления, получим

$$p = \frac{1}{2} \ln \frac{U_2^2 Z_1}{U_1^2 Z_2}, \qquad (160)$$

где U_2 — напряжение, измеренное в рассматриваемой точке цепи;

U_1 — напряжение в начальной точке цепи;

Z_2 — модуль входного сопротивления в рассматриваемой точке цепи (в направлении передачи);

Z_1 — модуль входного сопротивления в иачале цепи.

Если в начале цепи будет включён нормальный генератор, то измеренный абсолютный уровень в рассматриваемой точке определится выражением:

$$p_{изм} = \ln \frac{U_2}{0{,}775} - \frac{1}{2} \ln \frac{Z_2}{600}. \qquad (161)$$

Если $Z_2 = 600$ *ом*, то

$$p_{изм} = \ln \frac{U_2}{0{,}775} \qquad (162)$$

и, следовательно, величина абсолютного уровня мощности в данной точке будет равна абсолютному уровню по напряжению и может быть прочтена непосредственно по шкале прибора.

Приборы для измерения абсолютного уровня по напряжению носят название указателей уровня передачи.

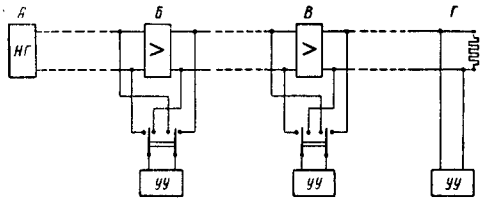
В качестве указателей уровней *УУ* применяют обычно ламповые вольтметры, шкалы которых градуируют в неперах.

Входное сопротивление *УУ* делают как высокоомным, с таким расчётом, чтобы вклю-

чение приборов в цепь не меняло режима передачи, так и равным 600 *ом*.

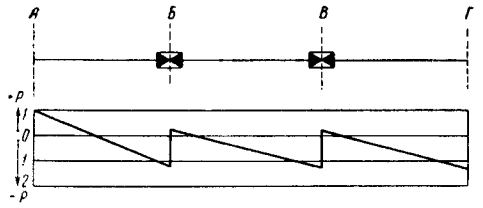
Ламповые генераторы для измерения уровней передачи часто снабжают панелью управления, которая включается между генератором и входом линии. Панель управления содержит магазин затуханий и ряд подсобных устройств, при помощи которых устанавливают необходимый выходной уровень и выполняют различную коммутацию для измерения уровней, затухания, усиления и т. п.

Схема распределения измерительных приборов *УУ* вдоль цепи *АГ* с усилителями (в пунктах *Б* и *В*) изображена на фиг. 80.



Фиг. 80. Измерение уровней передачи в цепи дальней телефонной связи.

Полученная в результате измерений примерная диаграмма уровней изображена на фиг. 81.



Фиг. 81. Диаграмма уровней передачи

Остаточное затухание измеряют, как и рабочее затухание, при нагрузке цепи на сопротивления, равные 600 *ом*.

Выражение для остаточного затухания при этом будет иметь вид:

$$b_r = -\ln\frac{U_2}{U_1}, \qquad (163)$$

где U_2 — напряжение на выходе канала;

U_1 — напряжение, равное половине электродвижущей силы на входе в канал.

Вводя в выражение (163) вместо напряжений уровни, а также принимая во внимание, что на входе цепи включён нормальный генератор, получим:

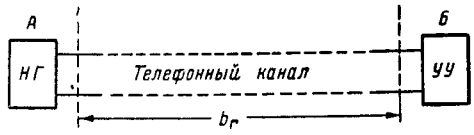
$$b_r = -p_2. \qquad (164)$$

Из выражения (164) видно, что остаточное затухание канала определяют как абсолютный уровень по напряжению, взятый с обратным знаком.

Принцип измерения остаточного затухания канала изображён на фиг. 82; здесь, на входе канала, включён нормальный генератор, а на выходе — указатель уровня.

Для каждого канала обычно снимается кривая остаточного затухания во всём рабочем диапазоне частот.

Большое распространение на практике получили приборы, так называемые н е п е р м е т р ы, содержащие как генератор, так и указатель затухания.



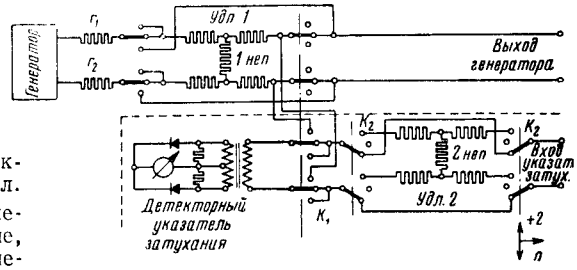
Фиг. 82. Схема измерения остаточного затухания

Примерная схема неперметра дана на фиг. 83. На выходе генератора, дающего обычно одну частоту 800 *гц*, включены сопротивления r_1 и r_2, обеспечивающие выходное сопротивление 600 *ом*.

Генератор без удлинителя (*Удл. 1*) даёт на выходе мощность с уровнем + 1 *неп*, а при включении удлинителя (имеющего характеристическое сопротивление 600 *ом*) — мощность с нулевым абсолютным уровнем. Проверку выходного уровня генератора выполняют (переводя ключ K_1) указателем затухания, который обычно представляет собой детекторный вольтметр, осуществлённый по трансформаторной двухполупериодной схеме и имеющий входное сопротивление 600 *ом*. Шкала вольтметра проградуирована в неперах (0÷2 *неп*), соответствующих абсолютным уровням по напряжению, но с обратным знаком, так как прибор имеет основным назначением измерение затухания.

Пределы измерений и отсчёты по шкале при помощи удлинителя (*Удл. 2*) увеличиваются на + 2 *неп*.

Для измерения уровней передачи и остаточного затухания иногда применяют пишущие указатели уровня передачи (скелетная схема — фиг. 84), состоящие из самостоятельных передающей и приёмной частей.

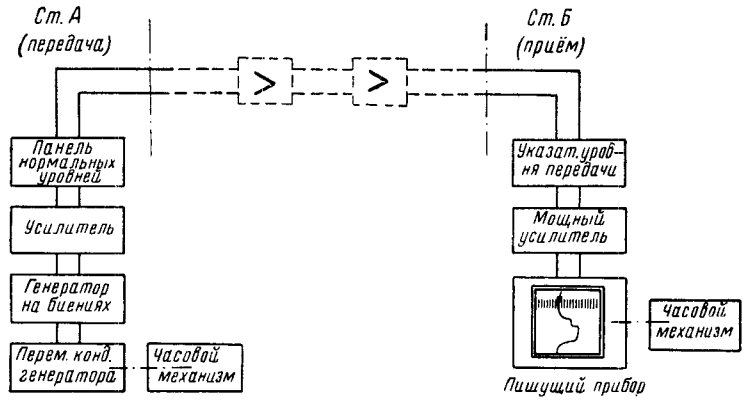


Фиг. 83. Примерная принципиальная схема неперметра

Каждая часть содержит часовой механизм, что позволяет снимать автоматически непрерывные частотные характеристики остаточного затухания и уровней передачи.

Часовые механизмы работают так, что передвижение разграфлённой бумаги в пишу-

щем приборе на приёмном конце происходит синхронно с вращением конденсатора переменной ёмкости, изменяющего частоту генератора на передающем конце.



Фиг. 84. Скелетная схема соединения приборов пишущего указателя уровня передачи

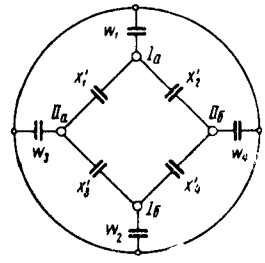
ИЗМЕРЕНИЯ ЁМКОСТНЫХ СВЯЗЕЙ И ЁМКОСТНОЙ АСИММЕТРИИ В КАБЕЛЯХ

Нормальная работа цепей связи в междугородных и вводных кабелях, как известно, зависит от степени симметрии цепей друг по отношению к другу и по отношению к земле.

Выяснение степени симметрии цепей осуществляется путём электрических измерений как во время приёмо-сдаточных испытаний кабеля на заводах, так и в процессе монтажа кабеля (при выполнении работ по симметрированию кабелей).

Поскольку доминирующее значение для симметрии кабельных цепей имеет симметрия ёмкостная, наиболее важными в этом отношении измерениями являются измерения ёмкостных связей и ёмкостной асимметрии. Измерения производят самостоятельно для каждой кабельной четвёрки.

В каждой четвёрке необходимо принимать во внимание восемь сосредоточенных частичных ёмкостей (фиг. 85), эквивалентных всем распределённым по длине кабеля ёмкостям. На фиг. 85 жилы первой цепи (пары) обозначены *Iа* и *Iб*, а жилы второй цепи (пары) — *IIа* и *IIб*. Для удобства рассмотрения ёмкостных связей между основными и искусственными цепями в четвёрке можно представить схему распределения частичных ёмкостей в приведённом виде (фиг. 86). Коэфициенты ёмкостной связи, определяющие степень мешающего взаимодействия между цепями в четвёрке, выражают через частичные ёмкости четвёрки:



Фиг. 85. Схема частичных ёмкостей в кабельной четвёрке

$$K_1 = (X_1 + X_4) - (X_2 + X_3); \quad (165)$$

$$K_2 = (X_1 + X_2) - (X_3 + X_4); \quad (166)$$

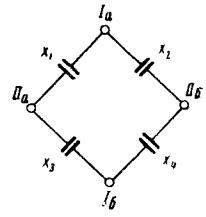
$$K_3 = (X_1 + X_3) - (X_2 + X_4), \quad (167)$$

где K_1 — коэфициент, обусловливающий ёмкостную связь между основными цепями *I* и *II*;

K_2 — коэфициент, обусловливающий ёмкостную связь между основной цепью *I* и искусственной цепью;

K_3 — коэфициент, обусловливающий ёмкостную связь между основной цепью *II* и искусственной цепью.

Перехода токов между цепями не будет при условии, если коэфициенты ёмкостной связи K_1, K_2 и K_3 будут равны нулю. А это в свою очередь будет возможно, если будут равны нулю коэфициенты ёмкостной асимметрии цепей по отношению к земле; это ясно из тех соображений, что в значения приведённых ёмкостей X_1, X_2, X_3 и X_4 (фиг. 86) входят значения ёмкостей по отношению к земле w_1, w_2, w_3 и w_4 (фиг. 85).



Фиг. 86. Приведённая схема ёмкостей в кабельной четвёрке

Коэфициенты ёмкостной асимметрии цепей четвёрки по отношению к земле выражают через частичные ёмкости на землю:

$$e_1 = w_1 - w_2; \quad (168)$$

$$e_2 = w_3 - w_4; \quad (169)$$

$$e_3 = (w_1 + w_2) - (w_3 + w_4), \quad (170)$$

где e_1 — коэфициент ёмкостной асимметрии первой цепи;

e_2 — коэфициент ёмкостной асимметрии второй цепи;

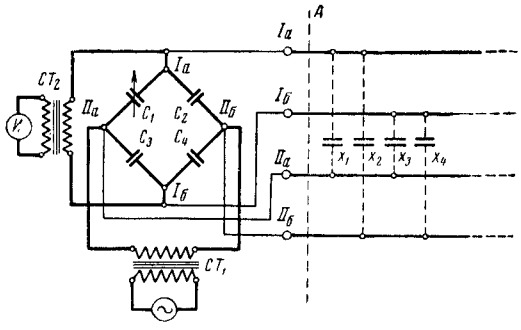
e_3 — коэфициент ёмкостной асимметрии искусственной цепи.

При рассмотрении ёмкостных связей между цепями смежных четвёрок оперируют коэфициентами $K_4 \div K_{12}$, но с точки зрения методики измерений это не имеет принципиальной разницы.

Для измерения ёмкостных связей применяют специальные мостовые компенсационные схемы, позволяющие измерять все шесть коэфициентов (K_1, K_2, K_3, e_1, e_2 и e_3) путём непосредственного отсчёта.

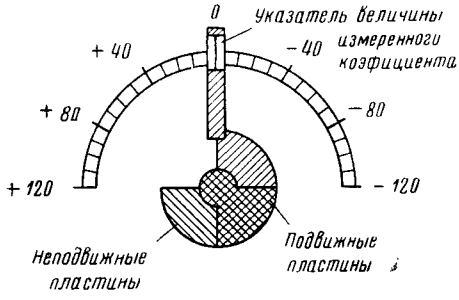
На фиг. 87 изображена принципиальная схема измерителя ёмкостных связей применительно к измерению коэфициента K_1.

В схеме моста конденсаторы C_2, C_3 и C_4 являются постоянными и равными друг другу; ёмкость каждого из них обычно берут равной 120 *мкмкф*. Воздушный конденсатор C_1 является переменным, позволяющим изменять его ёмкость в пределах от 0 до 240 *мкмкф*.



Фиг. 87. Принципиальная схема измерения ёмкостной связи (применительно к измерению коэфициента K_1)

Конденсатор состоит из подвижных и неподвижных пластин (фиг. 88); к подвижной части прикреплён указатель величин измеряемых коэфициентов. В середине шкалы нанесена цифра 0, причём соответствующая этой цифре ёмкость конденсатора составляет 120 *мкмкф*;



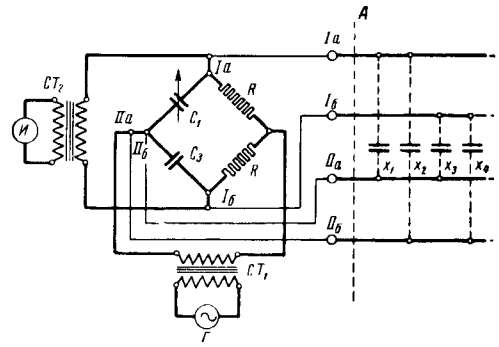
Фиг. 88. Принцип устройства переменного конденсатора в измерителях ёмкостной связи

против цифры + 120, в крайнем левом положении, ёмкость конденсатора равна нулю, а в крайнем правом, против цифры 120, ёмкость равна 240 *мкмкф*.

В тот момент, когда жилы измеряемой четвёрки отключены от прибора и конденсатор C_1 установлен в среднее положение (цифра 0, ёмкость $C_1 = 120$ *мкмкф*), мост будет уравновешен. После включения жил чётверки с коэфициентом $K_1 = 0$ равновесие моста не нарушается. Если же к мосту будет подключена четвёрка с коэфициентом K_1, отличным от нуля, то равновесие моста может быть установлено лишь изменением ёмкости C_1, по шкале которого и производится непосредственное определение коэфициента K_1 как по величине (в пределах + 120 ÷ ÷ — 120 *мкмкф*), так и по знаку.

Если измеряемый коэфициент имеет величину больше 120 *мкмкф*, используют добавочный конденсатор, включаемый соответствующим образом в схему моста.

Для измерения коэфициента K_2 схема фиг. 89 отличается наличием в ней двух равных балансных сопротивлений R, а также



Фиг. 89. Принципиальная схема измерения ёмкостной связи (применительно к измерению коэфициента K_2)

способом включения жил измеряемой четвёрки.

Принципиальные схемы для измерения коэфициентов K_3, e_1, e_2 и e_3 отличаются от приведенных только иными группировками частичных ёмкостей четвёрки при их подключении к мосту.

При измерениях высокочастотных кабелей кроме ёмкостных связей требуется производить также измерения индуктивных и гальванических связей, для чего применяют более сложные схемы.

ИЗМЕРЕНИЕ МЕШАЮЩИХ ВЛИЯНИЙ В ТЕЛЕФОННЫХ ЦЕПЯХ И КАНАЛАХ

Источниками мешающих влияний в телефонных цепях, как известно, могут являться соседние телефонные и телеграфные цепи, расположенные поблизости различные линии сильного тока, атмосферные разряды, поля радиостанций и др.

Основными величинами, характеризующими влияния, являются: напряжение помех и продольная электродвижущая сила помех — в диапазоне низких частот, уровни помех — в диапазоне высоких частот и переходное затухание. С учётом того, что отдельные составляющие напряжения помех оказывают различное воздействие на систему телефон—ухо, установлена шкала коэфициентов относительного мешающего действия для напряжения различных частот по отношению к мешающему действию напряжения с частотой 800 *гц* (табл. 3).

Мерой оценки результирующего действия помех в телефонной цепи (канале) является псофометрическое напряжение помех U_b, которое в соответствии с его определением равно

$$U_b = \sqrt{\Sigma (p_f U_f)^2}\ , \qquad (171)$$

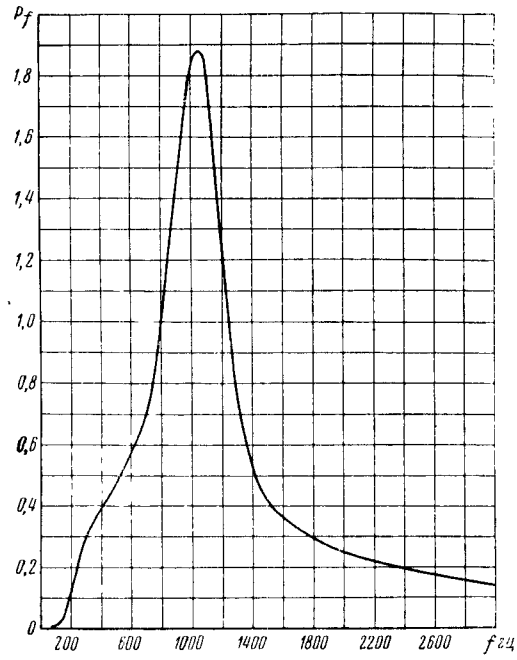
где U_f — значения отдельных составляющих напряжения помех;

p_f — коэфициенты относительного мешающего действия составляющих (берутся из табл. 3 или из кривой фиг. 90).

Таблица 3

Коэфициенты p_f отиосительного мешающего действия различных гармонических составляющих

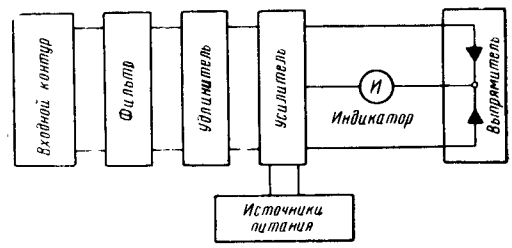
Частота	Значение коэфициента	Частота	Значение коэфициента
16,7	0,000115	1 000	1,840
50	0,00248	1 050	1,880
100	0,015	1 100	1,770
150	0,046	1 200	1,260
200	0,105	1 300	0,795
300	0,300	1 500	0,419
500	0,472	1 800	0,289
700	0,705	2 200	0,225
800	1,000	2 600	0,177
900	1,405	3 000	0,141



Фиг. 90. Кривая коэфициентов относительного мешающего действия различных частот

Измерение напряжения помех и продольной электродвижущей силы помех

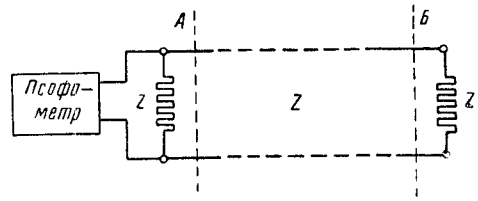
Для измерения псофометрического напряжения помех применяют приборы, называемые псофометрами. Эти приборы измеряют эффективное значение всех составляющих напряжения помех с учётом их относительного мешающего действия на систему телефон—ухо. Псофометр, типовая скелетная схема которого представлена на фиг. 91, имеет следующие элементы:



Фиг. 91. Скелетная схема псофометра

1) входной контур, состоящий из элементов коммутации и ряда сопротивлений;

2) фильтр, вносящий для составляющих напряжения помех затухание, обратно пропорциональное их мешающему действию на систему телефон—ухо;

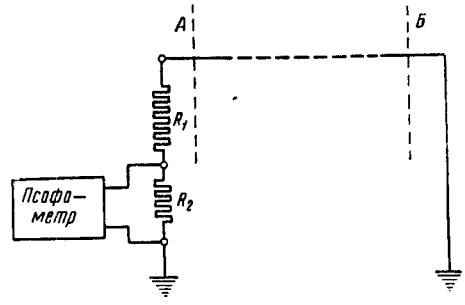


Фиг. 92. Схема измерения напряжения помех псофометром

3) магазин затуханий, служащий для ограничения величины напряжения, подводимого ко входу усилителя;

4) усилитель, позволяющий измерять величины напряжения помех, начиная примерно с 50 *мкв*;

5) стрелочный индикатор с купроксным выпрямителем; показания индикатора соответствуют корню квадратному из суммы квадратов отдельных составляющих сложной кривой напряжения помех.



Фиг. 93. Схема измерения эквивалентной продольной электродвижущей силы псофометром

Псофометр имеет входное сопротивление не менее 10 000 *ом*. При измерении напряжения помех при помощи псофометра телефонная цепь замыкается на обоих концах на

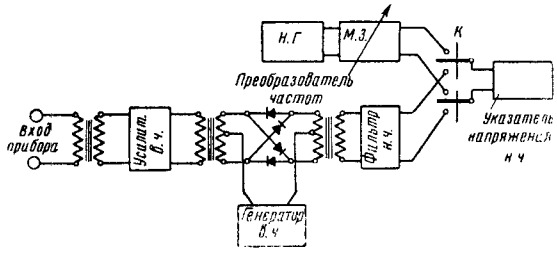
активные сопротивления Z, равные её характеристическому сопротивлению (фиг. 92).

Для измерения эквивалентной продольной электродвижущей силы в проводе телефонной цепи этот провод в пункте $Б$ заземляют (фиг. 93), а в пункте $А$ между проводом и землёй включают потенциометр с большим сопротивлением ($R = R_1 + R_2$). К части потенциометра R_2 подключают псофометр, который измерит напряжение U; после этого величина продольной электродвижущей силы E может быть определена из выражения

$$E = U\frac{R}{R_2}. \qquad (172)$$

Измерение уровня помех в каналах высокой частоты

Измерение суммарной величины помех в диапазоне каждого высокочастотного канала производят обычно специальными приборами, которые носят название измерителей уровня помех. Типовая скелетная схема прибора такого вида изображена на фиг. 94. Принцип действия прибора состоит в том, что помехи исследуемого канала, пришедшие с линии, усиленные усилителем *в.ч.*, подаются на вход преобразователя частот; на средние точки диференциальных трансформаторов преобразователя подаётся напряжение от вспомогательного генератора *в. ч.*, настраиваемого на частоту, лежащую в середине рабочей полосы исследуемого канала. На выходе



Фиг. 94. Скелетная схема измерения высокочастотных помех

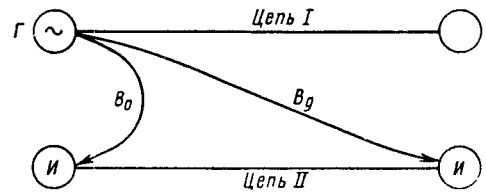
преобразователя будет получен ряд гармонических и комбинационных составляющих; из них посредством фильтра *н. ч.* выделяются низкочастотные (разностные) составляющие, вызывающие помеху в канале. Получаемое на выходе фильтра результирующее напряжение помех сравнивается (переводом ключа K) при помощи указателя напряжения *н. ч.* с напряжением, подаваемым через магазин затуханий от нормального генератора *н. ч.*

Следует отметить, что данный метод не позволяет обнаружить те помехи, частота которых равна или близка к частоте вспомогательного генератора, так как очень низкие разностные частоты на выходе преобразователя частот не могут быть выявлены из-за частотных свойств диференциальных трансформаторов и указателя напряжения *н. ч.* Во избежание ошибки следует сделать несколько повторных измерений при изменённых частотах вспомогательного генератора *в. ч.*

Приборы, основанные на данном методе, позволяют измерять уровни напряжения помех порядка — 10 ÷ — 12 *неп.*

Измерение переходного затухания между телефоными цепями

Переходное затухание характеризует степень влияния между цепями. Различают переходное затухание на ближнем конце B_0 и переходное затухание на дальнем конце B_g (фиг. 95). Переходное затухание B_0 представляет собой разность между уровнем полезного



Фиг. 95. Схема, поясняющая переход токов на ближнем и дальнем концах цепей

сигнала в начале влияющей цепи (цепь *I*) и уровнем помех в начале цепи, подверженной влиянию (цепь *II*); переходное затухание B_g представляет собой разность между уровнем полезного сигнала в начале влияющей цепи (цепь *I*) и уровнем помех в конце цепи, подверженной влиянию.

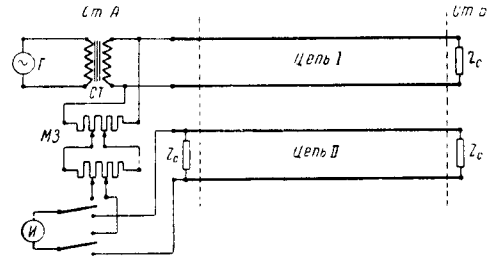
Схемы измерения переходного затухания, приведённые ниже, имеют в виду четыре возможных случая:

1) переходное затухание между основными цепями на ближнем конце (фиг. 96);

2) то же на дальнем конце (фиг. 97);

3) переходное затухание между основной и искусственной цепями на ближнем конце (фиг. 98);

4) то же на дальнем конце (фиг. 99).



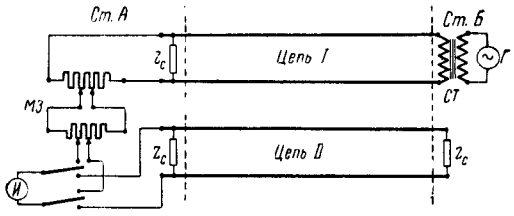
Фиг. 96. Схема измерения переходного затухания между основными цепями на ближнем конце

Измерение производят по методу сравнения. При измерении переходного затухания на ближнем конце между цепями с одинаковыми характеристическими сопротивлениями (фиг. 96) измеряемая величина B_0 отсчитывается непосредственно на магазине затуханий:

$$B_0 = b_{изм}, \qquad (173)$$

где $b_{изм}$ — затухание магазина, полученное после уравнивания отклонений стрелки индикатора.

При измерении переходного затухания на дальнем конце (фиг. 97) между измерительным генератором и магазином затуханий включена влияющая цепь; поэтому к величине затухания магазина $b_{изм}$ необходимо прибавлять величину собственного затухания влияющей цепи:



Фиг. 97. Схема измерения переходного затухания между основными цепями на дальнем конце

$$B_g = b_{изм} + \beta_1 l, \qquad (174)$$

где β_1 — километрическое затухание влияющей цепи;

l — длина участка.

При измерении переходного затухания между цепями с различными характеристическими сопротивлениями, например при измерении переходного затухания между основной и искусственной цепями (фиг. 98 и 99), в результаты измерений следует вводить поправку:

$$B_0 = b_{изм} - \Delta b \qquad (175)$$

и

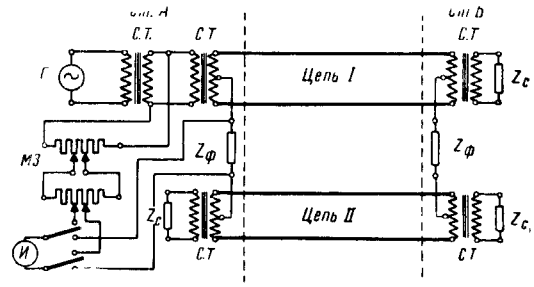
$$B_g = b_{изм} + \beta_1 l - \Delta b, \qquad (176)$$

где

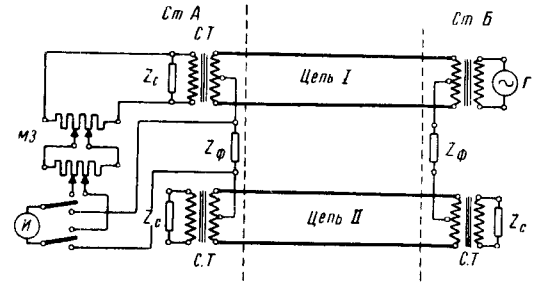
$$\Delta b = \frac{1}{2} \ln \left| \frac{Z_1}{Z_2} \right|. \qquad (177)$$

В выражении (177) Z_1 — характеристическое сопротивление влияющей цепи, Z_2 — характеристическое сопротивление цепи, подверженной влиянию.

В качестве индикатора при измерении в низкочастотном диапазоне может быть использован телефон с усилителем или гальваиометр с выпрямителем; при измерении в диапазоне *в. ч.* между измерителем переходного затухания и усилителем обычно включают гетеродин—детектор, преобразующий токи *в. ч.* в токи *н. ч.*



Фиг. 98. Схема измерения переходного затухания между основной и искусственной цепями на ближнем конце



Фиг. 99 Схема измерения переходного затухания между основной и искусственной цепями на дальнем конце

Необходимо иметь в виду, что величина переходного затухания измерительной схемы должна быть больше измеряемой величины по крайней мере на 2—2,5 *неп.*

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Касаткин А. С. Электрические измерения. Госэнергоиздат, М., 1946.
2. Ремиз Г. А. Радиоизмерения. Связьтехиздат, М., 1948.
3. Снарский А. А. и Чудов Б. И. Телефонно-телеграфные измерения, Связьиздат, М., 1934.
4. Соловьёв Н. Н. Измерения в проводной связи, Связьиздат, М., 1945.
5. Ширков В. Курс основных радиотехнических измерений, Связьтехиздат, М., 1940.
6. Шкурин Г. П. Справочник по электроизмерительным и радиоизмерительным приборам, Воениздат, М., 1950.
7. Шкурин Г. П. Электроизмерительные и радиоизмерительные приборы, Воениздат, М., 1948.

ОРГАНИЗАЦИЯ ХОЗЯЙСТВА СИГНАЛИЗАЦИИ И СВЯЗИ

СЛУЖБЫ И ДИСТАНЦИИ СИГНАЛИЗАЦИИ И СВЯЗИ

Все устройства сигнализации и связи железной дороги находятся в ведении службы сигнализации и связи; служба имеет отделы СЦБ, связи и технический, а также группы по кадрам, планированию и труду, бухгалтерии и учёту, снабжению.

Линейными хозяйственными единицами службы сигнализации и связи являются дистанции сигнализации и связи, каждая из которых обслуживает устройства на определённом участке дороги. Дистанции подразделяются на: а) объединённые, обслуживающие устройства СЦБ и связи (большинство), б) дистанции, обслуживающие только устройства СЦБ на оснащённых техникой участках в крупных узлах, и в) дистанции, обслуживающие только устройства связи, главным образом при управлениях дорог. Примерные схемы структуры дистанций показаны на фиг. 1, 2 и 3.

Дистанции в зависимости от сложности обслуживаемых устройств, оснащённости техникой и других условий разделяются на дистанции I, II и III разрядов.

Средняя протяжённость дистанций колеблется в пределах от 100 до 250 *км* и зависит от характера участка и его оснащённости устройствами СЦБ и связи.

Дистанция делится на цехи и участки старших электромехаников; цехи — на рабочие участки, а участки старших электромехаников на околотки.

Околотком называется участок, обслуживаемый электромехаником и 1 — 2 монтёрами или рабочими. 4—5 однотипных околотков составляют участок старшего электромеханика.

Рабочим участком называется участок электромеханика, участвующего в сменном дежурстве. Несколько таких участков составляют цех, обслуживающий цельный объект СЦБ или связи (например электрическая централизация, автоматическая телефонная станция и т. д.).

Виды околотков: а) линейный СЦБ и связи, б) линейный СЦБ, в) линейный связи, г) автоблокировки, д) механической централизации, е) электрической централизации (на малых станциях), ж) диспетчерской централизации, з) станционной связи, н) внутристанционной радиосвязи и к) радиовещания.

Виды цехов: а) электрической централизации (Э/Ц), б) механической централизации (М/Ц), в) диспетчерской централизации (центрального поста), г) автостопа и локомотивной сигнализации, д) телеграфно-телефонных станций (при отделениях дорог и на крупных станциях), е) линейно-аппаратного зала (ЛАЗ), ж) избирательной связи, з) автоматических телефонных станций (АТС), и) ручных телефонных станций (РТС), к) телеграфа, л) поездной радиосвязи, м) внутристанционной радиосвязи, н) радиовещания (радиоузел) и о) поездного радиовещания.

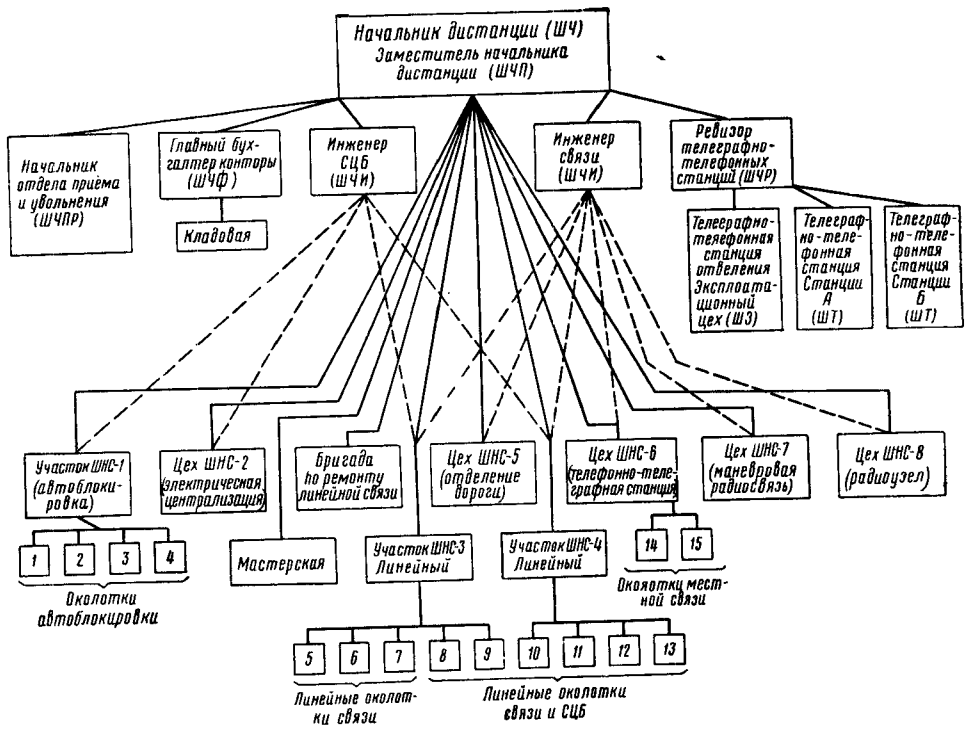
В зависимости от территориального расположения устройств и объёма работы могут быть объединённые цехи, например, цех ЛАЗ, избирательной связи и РТС, цех радиовещания и радиосвязи и т. д.

Электромеханик околотка или рабочего участка несёт полную ответственность за исправность устройств на своём околотке (рабочем участке) и обязан выполнять на нём все работы по текущему содержанию устройств.

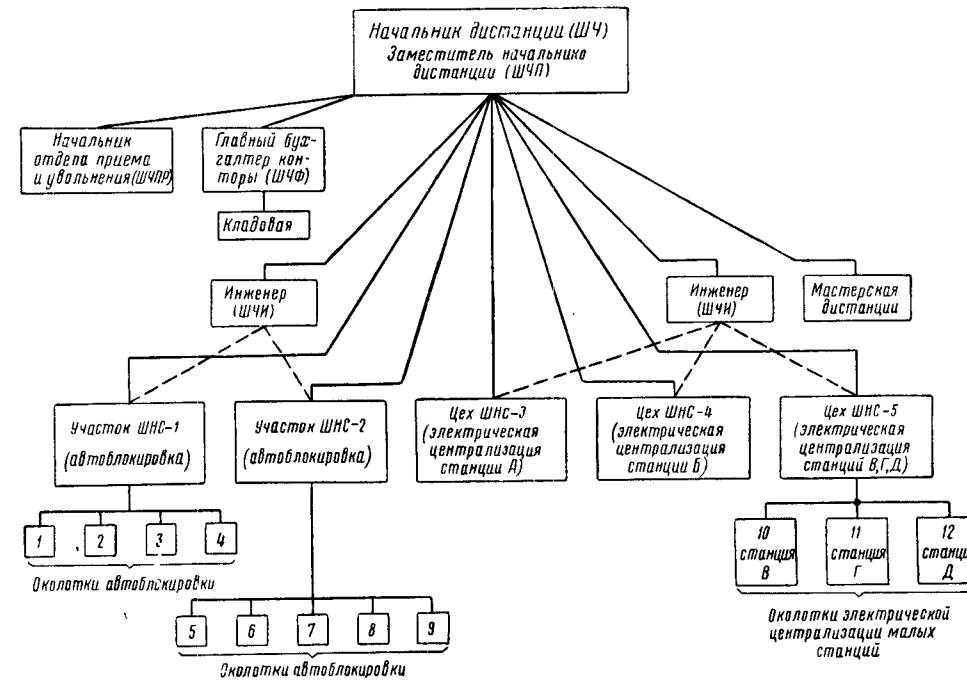
В текущее содержание входит периодическая проверка состояния всех устройств в соответствии с установленной периодичностью для различных устройств, с регулировкой, чисткой и смазкой их, устранение замечениых и предупреждение возникающих неисправностей.

Периодичность работ по текущему содержанию устанавливается на основании принятого инструкциями технологического процесса содержания устройств (Инструкции электромеханикам СЦБ, связи и радио). Для каждого вида работ по текущему содержанию устанавливается норма времени (см. «Положение об организации труда и нормах времени по текущему содержанию устройств СЦБ и связи»).

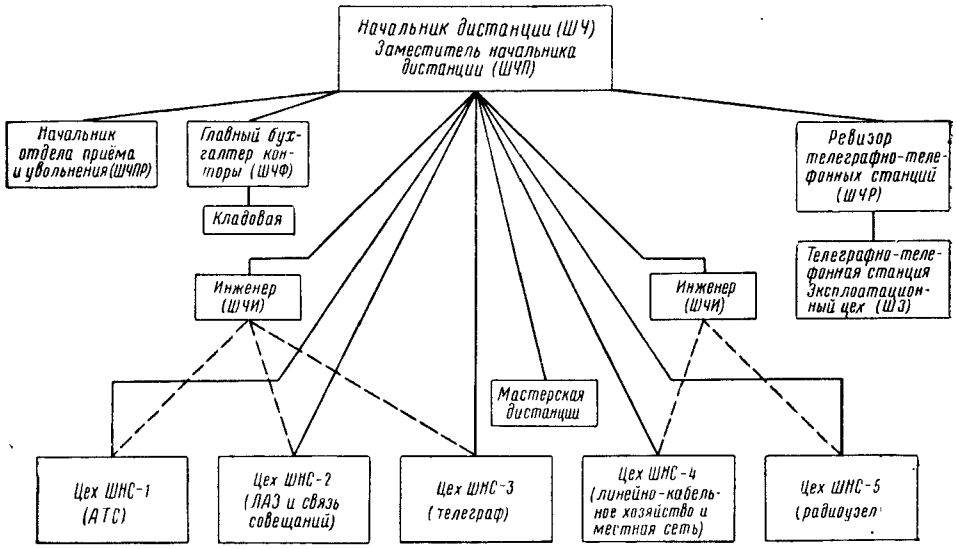
Размер околотков и его штат рассчитывают, исходя из установленной периодичности обслуживания, норм времени и оснащённости околотка устройствами СЦБ и связи. Общемесячная выработка каждого работника околотка, определённая с учётом потерь времени на проезды, участие в комиссиях, выезды в дистанцию и т. д., должна, как правило, равняться 200 час. В зависимости от размера околотка штат его может состоять из одного, двух и трёх человек и в том числе электромеханика, моитёра и старшего рабочего.



Фиг. 1. Примерная схема структуры объединённой дистанции сигнализации и связи



Фиг. 2. Примерная схема структуры дистанции СЦБ



Фиг. 3. Примерная схема структуры дистанции связи при управлении дороги

Средние размеры некоторых типов околотков приведены в табл. 1. На штат околотков возлагается текущее содержание устройств. Капитальный и средний ремонт устройств производят, как правило, специально выделенным штатом. Капитальный ремонт легко снимаемых приборов и аппаратов производят обычно в дорожных или дистанционных мастерских. Капитальный и средний ремонт линии связи, капитальный ремонт семафоров и других иеснимаемых устройств производят на месте ремонтными бригадами.

Для выполнения трудоёмких работ по текущему содержанию и ремонту воздушных линий связи и автоблокировки на дистанции создаётся бригада по текущему ремонту. Она же является аварийно-восстановительной бригадой дистанции.

Таблица 1

Размеры околотков

Наименование околотка	Размер околотка	Штат
Линейный СЦБ и связи: при воздушной линии более 24 проводов	20 км	1 электромеханик, 1—2 монтёра или старших рабочих
при воздушной линии от 17 до 24 проводов	30 »	
при воздушной линии от 8 до 16 проводов	40 »	
при воздушной линии до 8 проводов	60 »	
Автоблокировки при одной станции	10—15 км	1 электромеханик, 1 монтёр
Механической централизации	30 стрелок	1 электромеханик, 2 монтёра
Электрической централизации	15 стрелок	1 электромеханик, 1 монтёр

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ДИСТАНЦИИ СИГНАЛИЗАЦИИ И СВЯЗИ

Решающее значение для успешной эксплоатационной работы имеет правильная организация труда электромеханика на каждом околотке и дистанции в целом. Исправное действие устройств обеспечивается строгим соблюдением графика технологического процесса обслуживания.

Для каждого околотка или цеха в целом составляют два графика работ на основе действующих норм времени и периодичности эксплоатационного текущего обслуживания основных устройств.

Месячный график содержит перечень работ текущего обслуживания, выполняемых не реже одного раза в месяц, периодичность этих работ в течение месяца и исполнителя (электромеханик или монтёр). Он составляется по приведённой ниже форме (см. стр. 964).

Годовой график содержит в основном тот же перечень данных, что и месячный график, но для работ, выполняемых реже, чем один раз в месяц, составляется по приведённой ниже форме (см. стр. 964).

Все работы в графиках группируются по периодичности выполнения. В месячном графике вначале помещают работы, требующие ежедневного выполнения, затем один раз в два дня и т. д. В годовом графике вначале помещаются работы, выполняемые ежемесячно, затем один раз в два месяца и т. д.

Графики должны охватывать все устройства, имеющиеся на околотке или в цехе. Приведённые формы графиков в зависимости от характера устройств и их территориального расположения могут в значительной степени меняться, но при этом должны давать электромеханику и монтёру чёткое указание, когда, где и какую работу по теку-

Утверждаю: ШЧ (подпись)

Ежемесячный графнк

технологического процесса обслужнвання устройств СЦБ и связи . . . . . .
околотка . . . . . .дистанцин сигнализацин и связи . . . . . .ж. д.

№ по пор.	№ параграфов технологического процесса	Наименование работ	Измеритель	Периодичность обслуживания	Кто выполняет	Количество объектов	Дата выполнения работ 1 2 3 . . .29 30 (числа месяца)
1	2	3	4	5	6	7	8

Составил: ШНС (подпись)

Утверждаю: ШЧ (подпись)

Годовой графнк

технологического процесса обслужнвания устройств СЦБ и связи . . . . . .
околотка . . . . . .дистанции сигнализации и связи . . . . . .ж. д.

№ по пор.	№ параграфов технологического процесса	Наименование работ	Измеритель	Периодичность	Количество объектов	Январь	Февраль	Март	Апрель	И т. д.
1	2	3	4	5	6					

Составил: ШНС (подпись)

щему содержанию устройств он должен выполнять.

Для точного контроля выполнения технологического процесса по содержанию устройств СЦБ и связи на каждом околотке ведётся журнал учёта выполнения работ, в который заносится дата проведения работы, наименование выполненных работ и прочие необходимые сведения (в примечании).

Журналы учёта выполнения работ заполияют ежедневно по окончании рабочего дня. В них записывают данные о проверке и состоянии устройств и о замеченных старшими работниками дистанции или другими инспектирующими лицами недостатках в содержании приборов.

Качество выполнения работ по графикам технологического процесса обслуживання устройств СЦБ и связи по каждому рабочему участку и состояние устройств контролнруется ежедневно старшим электромехаником цеха или участка. Результаты проверки электромеханик записывает в журнал учёта выполнения работ.

Начальник дистанции (его заместитель или инжеиер дистанции) один раз в месяц проверяет состояние устройств СЦБ по всем околоткам.

В целях особо тщательиой проверки состояния устройств под руководством начальника дистаиции (его заместителя или инженера дистаиции) один раз в год производится сплошная подробиая проверка (ревизия) состояния всех устройств СЦБ и связи.

Один раз в неделю старший электромеханик проводит техническое занятие с электромеханикамн и монтёрами по изучению или повторению ПТЭ, инструкции по безопасности, должностных инструкций и т. п.

Один раз в неделю начальник дистанции проводит со старшими электромеханиками разбор отдельных технических вопросов, изучение приказов, правил и инструкцнй и делает анализ работы за неделю.

Непременным и одним из наиболее важных элементов эксплоатации устройств СЦБ и связи считается постоянное их усовершенствование, модернизация. На осиове рационализаторских предложений и опыта работа по улучшению устройств ведётся непрерывно на протяжении всего времени эксплоатации.

К элементам усовершенствования и модернизации относятся: переделка кабельных муфт, перемонтаж приборов, замена устаревших конструкций новыми, приведеиие устройств к отличному состоянию.

Важным элементом в обеспечении хорошей эксплоатацин устройств СЦБ является организация социалистического соревнования между околотками по обеспечению бесперебойного действия устройств СЦБ.

Обычно в число показателей социалистического соревнования включают: обеспечение бесперебойиого действия устройств, хорошее содержаиие рабочего участка, строгое выполнение технологического процесса, своевременное выполнение ремонтных

работ, производительность труда, соблюдение трудовой дисциплины и т. д.

Производительность труда электромеханика или монтёра подсчитывают следующим образом: выполнение работ, не входящих в технологический процесс обслуживания, записывается старшим электромехаником отдельно, с указанием объёма и человеко-часов, полагающихся на эту работу. Человеко-часы определяются по справочнику укрупнённых сметных норм, а также на основе практического нормирования. Производительность труда работника за месяц определяется отношеннем его фактической выработки в человеко-часах к норме выработки.

Электромеханик или монтёр при выполнении технологического процесса обслуживания участка на 100% и дополнительно выполнивший на какую-то сумму работы, не входящие в технологический процесс, получает 100% за всю выработку по технологическому процессу плюс соответствующий процент за дополнительные работы.

Под выполнением технологического процесса обслуживания устройств на 100% понимается: а) исправное действие устройств СЦБ, б) отличная или хорошая оценка состояния устройств, даваемая старшим электромехаником, и в) полное выполнение работ, намеченных графиком технологического процесса. Выполнение работ сверх эксплоатационного обслуживания разрешается только работникам, обеспечивающим бесперебойное действие устройств СЦБ.

Передовые методы в работе электромехаников и монтёров направлены на обеспечение чёткой работы устройств, их отличное состояние, выполнение своими силами новых и ремонтных работ, т. е. повышение производительности труда, папавнпско-лунинский уход за обслуживаемыми устройствами.

Для непосредственной работы по передаче-приёму телеграмм и соединению абонентов на телефонных станциях служит эксплоатационный штат телеграфно-телефонных станций дистанции. Эксплоатационный штат телеграфных станций состоит из телеграфистов Бодо, телеграфистов Морзе и телетайпистов, а также вспомогательного штата экспедиторов, машинисток и доставщиков телеграмм. Во главе смены телеграфа стоит старший телеграфист. Телеграфные станции при управлениях и отделениях железных дорог возглавляются начальниками. Руководство всей эксплоатацнонной работой телеграфно-телефонных станцнй дистанции возлагается на ревизора телеграфа, являющегося помощником начальника дистанцни по эксплоатационной работе.

Нормы производительности труда для телеграфистов установлены следующие:

а) отдельный телеграфист назначается на передающий крат аппарата Бодо при круглосуточной среднечасовой нагрузке в 100 десятисловных телеграмм;

б) при обслуживании телеграфистом одного передающего и одного приёмного крат Бодо норма 150 десятисловных телеграмм в час;

в) при обслуживании телеграфистом двух приёмных крат Бодо норма 220 десятисловных телеграмм в час;

г) при обслуживании аппарата Морзе на прямых и циркулярных проводах — 60 десятисловных телеграмм в час;

д) то же, на постанционных — 50 десятисловных телеграмм в час.

Основная задача телеграфистов—быстрая передача и приём телеграмм без ошибок и брака. Время прохождения телеграмм через станцню является основным показателем работы как отдельных телеграфистов, так и смены в целом.

Передовые методы в работе телеграфистов направлены в первую очередь на качественные и быстрые передачу и приём телеграмм, уменьшение штата путём совмещения одним телеграфистом работы на нескольких аппаратах и повышение производительности труда.

Эксплоатационный штат телефонных станций состоит из телефонисток местных и междугородных станций. Задачей телефонисток местных телефонных станцнй (ручных — РТС) является быстрый и чёткий ответ абоненту н быстрое соединение с просимым номером. На одну телефонистку возлагается обслуживание коммутатора с количеством включённых абонентов от 80 до 100. Время соединения двух абонентов должно быть не более 6 сек. Основной задачей телефонисток междугородных телефонных станций является полное использование междугородных линий, работающих по заказной системе, не допуская ни секунды их простоя. Для этого применяют групповую передачу заказов на переговоры и предварнтельную подготовку абонентов. На одну телефонистку возлагается обслуживание четырёх междугородных линий или шести линий постанционной или линейно-путевой связи. Время организации одного переговора не должно быть более 40 сек. На телефонных станциях при 8 и более междугородных линиях выделяется стол для приёма заказов на переговоры.

Передовые методы работы телефонисток направлены в первую очередь на быстрое и чёткое соединение абонентов, а для телефонисток междугородных станций, кроме того, повышение нспользования междугородных лнний. Использованне линий характеризуется коэфициентом их использования, равным отношению времени переговоров абонентов по линии к полному времени её работы. Передовые телефоннстки довели коэфициенты использования линий до 94—95%.

Помимо днстанцнй сигнализацин и связи в состав службы входят, подчиняясь непосредственно службе, дорожные электротехнические ремонтные мастерские и дорожные лаборатории сигналнзацин и связи. На некоторых дорогах существуют вместо мастерских электротехнические ремонтные заводы.

Дорожные электротехнические ремонтные мастерские служат главным образом для ремонта аппаратуры и приборов СЦБ и связи в первую очередь таких, как реле, трансформаторы, выпрямители, телефонные аппараты и коммутаторы, телеграфные аппараты, блокировочные аппараты и т. д. Помимо

ремонтных работ дорожным мастерским поручается выполнение отдельных заказов службы и дистанций, связанных с работами капитального строительства и переустройства. Ряд дорожных мастерских и также все дорожные заводы помимо ремонтной продукции выпускают также новые изделия, поставляя их для всей сети железных дорог в соответствии с планом централизованных заказов МПС. Штат дорожных мастерских зависит от объёма работы и различен для различных дорог, находясь в пределах от 50 до 150 человек. Штат дорожных заводов доходит до 300—400 человек.

Дорожные лаборатории сигнализации и связи служат для проведения необходимых сложных измерений, испытаний и исследований как в действующих устройствах, так и при новом строительстве. Они оказывают помощь дистанциям и дорожным мастерским в решении сложных технических вопросов, требующих измерений и исследований, а также контролируют техническое содержание наиболее сложных устройств СЦБ и связи. Штат дорожной лаборатории состоит из 9—11 инженеров и техников во главе с начальником лаборатории. Лаборатория снабжается необходимой измерительно-испытательной аппаратурой и имеет передвижной вагон-лабораторию и небольшую монтажно-механическую мастерскую.

ВИДЫ И ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРОК УСТРОЙСТВ СЦБ И СВЯЗИ

При периодической проверке устройств обслуживающий персонал не только производит контрольные измерения электрнческих данных, основных размеров конструкций, но и соответственно их регулирует. При контрольных измереннях и регулнровках обслуживающий персонал руководствуется главнейшими даннымн, приведёнными в инструкциях электромеханикам СЦБ, связи и радио и в соответствующих главах настоящего справочника.

Вопросы содержання устройств связи см. в соответствующих пунктах раздела «Связь» настоящего тома.

Виды и периодичность проверкн устройств СЦБ указаны в табл. 2, а периодичность осмотра устройств связи см. в соответствующих главах раздела «Связь».

Таблица 2

Сроки проверки устройств СЦБ

Наименование устройств и производимых работ	Периодичность работ
Светофоры	
Дневная проверка видимости светофоров с локомотива	Один раз в декаду
Проверка видимости всех станционных светофоров при комиссионном осмотре	Один раз в месяц
Замена светофорных ламп на светофорах и проверка горения красной лампы с проверкой и чисткой головки и линзового комплекта	Один раз в 40 дней
Измерение напряжения на лампах светофоров при нормальном и аварийном режимах питания	Два раза в год
Проверка наводки светофоров при помощи визирной трубки	Один раз в год
Проверка внутренней части индикаторного ящика с креплением всех контактов и наружной чисткой стёкол и линз индикатора	Один раз в месяц
Внутренняя чистка ячеек индикатора с изъятием ламп и проверкой патронов	Один раз в год
Проверка сигнализации индикатора путём открытия сигнала по всем маршрутам	Два раза в год
Окраска светофоров	Один раз в год
Семафоры	
Проверка иочной видимости семафоров	Три раза в месяц
Проверка дневной видимости семафоров комиссионным порядком	Один раз в месяц
Проверка работы семафора с опробованием его на открытие и закрытие	Три раза в месяц
Осмотр линий гибкой передачи и лебёдок со вскрытием ящиков поворотных шкивов и желобов	Один раз в месяц
Проверка и ремонт оборудования семафора и линии гибкой передачи	Один раз в год
Окраска семафоров и паек линий гибкой передачи	То же
Капитальный ремонт семафоров, компенсаторов, лебёдок и линий гибкой передачи	По мере надобности
Опробование линий гибкой передачи семафора на обрыв	Один раз в год и после капитального ремонта
Проверка работы электрозаводного механизма диска со вскрытием	Три раза в месяц
Проверка работы электрозаводного механизма с полной разборкой	Один раз в год
Проверка сцепляющего механизма с полиой разборкой, чисткой, смазкой и т. д.	То же
Стрелки электрической централизации	
Наружная проверка централизованных стрелок, исправности тяг, креплений, закруток болтов и т. д.	Ежедневно
Проверка замыкателя, тяг, гарнитур и плотности прижатия остряков к рамным рельсам посредством закладки	Один раз в 7 дней
Наружная чистка привода, гарнитур, тяг и замыкателя	По мере надобиости, но не реже одного раза в месяц
Внутренняя проверка электропривода с переводом стрелок	Два раза в месяц

Продолжение табл. 2

Наименование устройств и производимых работ	Периодичность работ
Проверка силы тока при нормальной работе привода и при работе его на фрикцию	Один раз в месяц
Полная разборка электропривода и замыкателя с чисткой, смазкой и заменой износившихся частей	Один раз в год
Капитальный ремонт приводозамыкателя	По мере надобности
Стрелки механической централизации	
Наружный осмотр стрелок, исправности тяг, креплений, закруток болтов и плотности прилегания остряка к рамному рельсу	Ежедневно
Проверка состояния приводозамыкателя, тяг и гарнитур. Проверка плотности прижатия остряков к рамным рельсам посредством закладки	Один раз в 7 дней
Проверка приводозамыкателя со снятием кожуха и переводом стрелки	Два раза в месяц
Осмотр линий гибкой передачи со вскрытием всех люков, поворотных шкивов и желобов	Один раз в месяц
Полная проверка и текущий ремонт оборудования	Один раз в год
Опробование стрелки на обрыв гибких тяг	Один раз в год и после капитального ремонта
Контрольные замки на стрелках	
Проверка действия замка и испытание на плотность прижатия остряка	Два раза в месяц
Разборка, чистка и смазка контрольного замка	Один раз в месяц
Рельсовые цепи	
Проверка рельсовых цепей	Три раза в месяц
Измерение напряжения на путевых реле	Два раза в месяц
Проверка рельсовых цепей на шунтовую чувствительность	Один раз в месяц
То же, разветвлённых рельсовых цепей	Один раз в 10 дней
Проверка правильности чередования полярностей рельсовых цепей	Два раза в год
Внутренняя проверка кабельных стоек и путевых коробок	Один раз в месяц
Проверка путевых дросселей	Один раз в год
Аппарат электрической централизации	
Проверка стрелочного коммутатора без разборки	Один раз в месяц
Разборка, чистка и регулировка стрелочного коммутатора	Один раз в год
Проверка правильности включения схемы стрелки и её защитной части	Два раза в год
Проверка маршрутно-сигнального коммутатора без разборки	Один раз в месяц

Продолжение табл. 2

Наименование устройств и производимых работ	Периодичность работ
Разборка, чистка и регулировка маршрутно-сигнального коммутатора	Один раз в год
Проверка ящика зависимости ЭЦ по таблице замыканий	Один раз в 6 месяцев
Разборка ящика зависимости ЭЦ	Один раз в год
Сигнальный рычаг	
Проверка, чистка и смазка сигнального рычага	Один раз в месяц
Разборка сигнального рычага и переменного замыкания	Один раз в год
Стрелочный рычаг	
Проверка, чистка и смазка стрелочного рычага	Один раз в месяц
Разборка и проверка стрелочного рычага	Один раз в год
Опробование рычага на взрез	Один раз в месяц
Блок-аппарат	
Проверка, регулировка и чистка блок-механизмов	Три раза в месяц
Чистка индуктора, педальных замычек, кнопок и звонков	Один раз в месяц
Разборка блок-механизма	Один раз в год
Ящик зависимости распорядительного и исполнительного аппаратов механической централизации	
Проверка ящика зависимости по таблице замыканий	Один раз в 6 месяцев
Разборка, проверка и чистка ящика зависимости	Один раз в год
Сигнальные централизаторы	
Проверка и чистка сигнального централизатора	Один раз в месяц
Стрелочные централизаторы	
Проверка и чистка стрелочного централизатора	Один раз в месяц
Электрожезловая система	
Вскрытие жезлового аппарата, индуктора и переключателя, их проверка и чистка	Два раза в месяц
Проверка жезлового аппарата с разборкой	Один раз в год
Реле и выпрямители	
Наружная проверка реле, трансформаторов и выпрямителей	Два раза в месяц
Чистка приборов	По мере надобности
Лабораторная проверка реле	Один раз в 3 года
Проверка реле открытого типа на месте	Один раз в год
Проверка напряжения выпрямленного тока выпрямителей	Один раз в месяц
Проверка обратного тока выпрямителей	Два раза в год

Продолжение табл. 2

Наименование устройств и производимых работ	Периодичность работ
Аккумуляторы	
Проверка аккумуляторов в батарейном колодце	Два раза в месяц
Проверка плотности электролита	Один раз в месяц
Тренировочный разряд аккумуляторов автоблокировки	Два раза в год
Проверка состояния стационарных аккумуляторов	Один раз в 10 дней
Перезаряд аккумуляторных батарей	Два раза в год
Проверка фактической ёмкости аккумуляторов	Один раз в год
Испытание сопротивления изоляции аккумуляторных батарей	То же
Кабельная сеть	
Проверка кабельных разветвительных муфт и стрелочных розеток	Один раз в год
Осмотр высоковольтных кабельных муфт	Один раз в год
Измерение сопротивления изоляции сигнальных кабелей	Один раз в 3 года
Испытание высоковольтного кабеля кенотроном	Один раз в год
Проверка изоляции монтажа	Два раза в год
Проверка трассы кабелей	Один раз в месяц

Продолжение табл. 2

Наименование устройств и производимых работ	Периодичность работ
Высоковольтная линия	
Осмотр высоковольтной линии	Два раза в месяц
Ревизия высоковольтной и сигнальной линий	Один раз в год
Измерение сопротивлений заземлений	То же
Ревизия питающих пунктов	Два раза в год
Испытание на пробой трансформаторного масла	Один раз в год
Автостопы и локомотивная сигнализация	
Наружный осмотр исправности путевых индукторов	Два раза в месяц
Проверка путевых индукторов индукторомером с измерением сопротивления изоляции обмоток	Один раз в месяц
Проверка путевых индукторов передвижной установкой	Один раз в месяц
Проверка работы локомотивной сигнализации одновременно с проверкой видимости сигналов	Один раз в 10 дней
Проверка ламповых генераторов точечного автостопа на испытательной станции	Один раз в 3 месяца
То же дешифраторов и усилителей локомотивной сигнализации	То же

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

*

При пользовании настоящим указателем следует иметь в виду, что каждое название упомииается один раз и, как правило, не повторяется в перестановке слов.

В указателе упоминается вначале (за редкими исключениями) основное слово, а потом его [определение, например, «Блокировка автоматическая».

В большинстве случаев, когда формула, способ, метод и пр. носят название по фамилии учёного, инженера, стахановца, в указателе приводится лишь фамилия учёного, инженера, стахановца (без сопровождающего слова), например, «Трегер Д. С.», а не «Электрожезловая система Д. С. Трегера».

А

Автоблокировка кодовая 401
— с полярным кодом 403
— с частотным кодом 401
— с числовым кодом 402
Авторегулировка скоростная 424
Автостоп индуктивно-резонансный 407
— механнческий 405
— точечной системы 405
Автотрансформатор 24, 528
— согласовывающий 24, 252
Азбука Бодо 581
— Морзе 580
Азбукин П. А. 584, 714
Аккумуляторы автоблокировки 526
— кислотные 896
— устройств электрической централизации 528
— щелочные 897
Акульшин П. К. 602
Алексеев Н. Ф. 802
Алёхин К. А. 682
Амарантов В. Н. 715
Андреев Д. М. 776
Анод электронной лампы 796
Антенна 818, 819, 822
Аппарат жезловой 248, 249, 252
— постовой (централизации) 323
— стартстопный 590
— телеграфный 576
— Бодо 581
— Морзе 578
— телефонный 622
— — переносный 626
Аппарат телефонный переносный с индуктивным вызовом 626
— — — с фоническим вызовом 626
— — — универсальный 627
— управления на станциях 399
— централизационный 449
Аппаратура вспомогательная 777
— высокочастотного телефонирования 735, 740, 746, 749, 751, 752
— измерительная 781
— коммутационная 776
— многократного уплотнения 777
— подстанций электрических 518
— специальных видов железнодорожной связи 777
— уснлительная 777
Арматура воздушных линий 43
Аронович Б. И. 229
Асимметрия ёмкостная 209

Б

Баев Н. А. 776
Бандаж 113
Барретер 804
Берг А. И. 794
Бердичевский-Апостолов С. М. 622
Бленкеры 631
Блокировка автоматическая 377
Блокировка автоматическая двузначная 390
— — двусторонняя 382
— — кодовая 401
— — ,оборудование 398
— — односторонняя 380, 381
— — — (двухпутная) 264
— —, питание 380, 381
— —, проектирование 396
— — путевая 380
— — станционная 391
— —, устройство 378
— —, увязка со станциями при ключевой зависимости 392
— — — — —, имеющими механическую централизацию, 396
— путевая 255
— станционная 312, 322
— полуавтоматическая 255
— — двухпутно-однопутная 270
— — двухочковая двусторонняя (однопутная) 268
— — — однопутная с «встречным согласием» 269
— — однопутная с «встречным согласием» 273
— — перегонная 255
— — релейная однопутная 270
— — — двухпутная 272
— — четырёхочковая двусторонняя (однопутная) 266
Блокинг-генератор 862
Блок комбинированный для подвески кабеля 136

Блок-механизм полуавтоматической блокировки 256
Блок-пост 265
Богуш И. М. 682
Бодо 581
Бокс 45
Болты 22
Бонч-Бруевич М. А. 794, 862
Борисов Д. П. 228
Бородзюк Г. Г. 715
Брылеев А. М. 228, 229, 382
Будки кабельные 58
Бутлеги 367

В

Вахнии М. И. 228, 229, 306
Введеиский Б. А. 794, 824
Вводы проводов 92
Вентиль электромагнитный 413
Взаимодействие между маршрутными и сигнальной рукоятками и блокмеханизмом 287
Взаимозамыкание стрелок и сигналов 315
Взаимоиндукция 176, 177
Виды связи 539
— телеграфной связи 571
Влияние контактной сети 172, 179
— линий электропередачи 172, 189
— мешающее линий сильного тока 169
— опасное линий сильного тока 169
Волоцкой А. Н. 682, 772
Воронки концевые 149
Востоков М. Н. 715
Время оперативное телефонистов 786
— срабатывания реле 334
Выбиратели направлений 773
Вызов избирательный 684
— тональный 720
Выключатели масленые 514, 520, 521
Вылеты углов линий 109, 110, 111
Выпрямители 334, 358, 359, 361
— газотронные 905
— кенотронные 905
— ртутные 901
— сухие 902
— тиратронные 905
Выпрямление 804
Выравнивание рабочих ёмкостей кабельных цепей 215
— сопротивлений жил 215
Выравиватели 566
Вязка проводов иа изоляторах 123

Г

Габариты воздушных линий 105
— проводов и опор линий связи 106
— — — — высоковольтно-сигнальных линий автоблокировки 108
Газотрон 803, 904
Гальванические элементы мокрые 895
— — сухие 896
Гасители знаков 773
Генератор импульсов 862
— ламповый 411, 806
— пилообразного напряжения 863
Гептод 801
Гиждеу В. В. 682
Гильзы 51, 53, 56
Глухари 22
Голубицкий П. М. 622
Горбачёв М. М. 156
Гордеенко Я. Н. 228
Григоров В. А. 228, 293
Группа линейная 488
Гурин Л. П. 570

Д

Дальность видимости светофоров 237
— телеграфиой передачи 601
Держатели для траверс 22
Детектированиие частоты 814
Дешифратор 421, 423, 585
Диаграмма уровней передачи 756
Динамометрирование гибкой передачи 306
Диод 797, 798
Диск жезлового аппарата 250
— предупредительный 246
— сквозного прохода 245
Длина волны распространения по однородной линии 543
— шагов симметрироваиия 211
Дроссели стыковые 368

Е

Евдокимов А. Е. 228
Ёмкость телефонных станций 633
— связи 36, 38, 39

Ж

Жезл 248, 249
Жезлы развинчивающиеся 252
Жильцов П. Н. 229

З

Зависимости простейшие между стрелками ручного управления и сигиалами 280, 283
Зависимость ключевая 284
— между частотой, периодом колебаний и длиной волны 794
— простейшая на сигнальиом замке 283
Заделка стыков труб 131
Заземление 102, 103, 104, 669
Заземлители станционные 617
Зал коммутаторный 785
— линейно-аппаратиый 776 787, 792
Заливка чугуниых муфт 142
Замок автостопа 414
— контрольный стрелочный 275
— приводной оконечный 278
— сигнальный 280
— стрелочиый электрический 502
Замыкатель переменный 262
Замычки 258, 259, 260, 261, 317, 324
Запайка свинцовой муфты 142
Запаздывание токов в аппаратах Бодо 587
Затёска столбов 115, 118
Затухания переходиые 191
— балансные пассивные 729
— иеоднородности и несогласованности 730
— пассивные балансные 727
— усилительных участков 732
— элементов линейной цепи 726
Защита воздушных и кабельных линий 159
— кабелей от коррозии 216, 221
— от акустических ударов 169
— от иидуктивного влияиия линий сильного тока 169
— от опасного и мешающего влияния линий сильного тока 189
— телеграфных и телефонных станций 161
— телефонных цепей от взаимных влияний скрещивания 191
— устройств связи, проектирование 172
Защищённость взаимная 192
— от переходного затухания 731
— — — разговора 191
Збар Н. Р. 772
Звоики телефониые 623, 624
Зовский Б. П. 772

И

Иванов А. В. 156
Игнатьев А. Д. 570
Измерение асимметрии сопротивления проводов 927
— блуждающих токов 939
— воздушных и кабельных линий постоянным током 927
— — — — — переменным током 934
— ёмкости баллистическим методом 926
— ёмкостных связей в кабелях 956
— мешающих влияний в телефонных цепях и каналах 957
— полных сопротивлений переменным током 944
— постоянным током, методы 924
— остаточного затухания телефонного канала 724
— рельсовых цепей 374
— рабочего затухания 951
— сопротивлений 924, 925, 926
— — изоляции проводов 927
— — заземлений 937
— уровней передачи и остаточных затуханий 954
— фазовых соотношений 375
— четырёхполюсников 949
— эксплоатационное воздушных и кабельных линий постоянным током 927
Измеритель вылетов углов 109
Изоляторы 15
Изоляция стрелок 367
Ильин Н. Н. 622, 638
Индексы скрещивания 192
Индикатор световой 243
Индуктивность кабелей связи 550, 552
Индуктор жезлового аппарата 251
— полуавтоматической блокировки 258, 260, 261
Импульсная техника 861
Искатели 647, 773
Искажения в телеграфных цепях 572
— характеристические 572
Испытание выпрямителей 361
— контактов реле 354
— реле 354, 575

К

Кабели высокочастотные 751
— для монтажа телефонной станции 629
Кабели контрольные 39, 40, 41
—, классификация 31
— телеграфные 600
— концентрические 38, 752
— педальные 40
— силовые 41
— с магнитодиэлектриком 553
— с повышенной при помощи катушек индуктивностью 550, 551
— телефонно-телеграфные вводные 37
— телефонные 31, 33, 34, 35
— трёхжильные с медными жилами 525
Кабельные массы 49, 50
Казаринов И. А. 889
Каблирование междугородной телефонной станции 787
Калистрон 802
Калищук В. В. 772
Камера выдержки времени 413
Канализация кабельная 57
Каналы телефонной дальней связи 786
— тональной частоты 717, 725, 732
— — —, расчёт 726
— — —, двухпроводные 731
— — —, четырёхпроводные 732
— телефонные электромагнитные 626
Канаты 12, 14
Капсюли микрофонные 626
Карро-Эст Б. Ф. 826
Каскад 411, 412
Катод 795
Катушки индуктивности 46, 47, 48, 550
Кенотроны 904
Керби В. И. 570
Киоск кабельный 58
— трансформаторный 511, 513
Клавиатура Бодо 584
Клапан электропневматический 413
— срывной 414
Клемма чугунная 49
Ключ-жезл 252
Ключ Калашникова 156
Кнопка вызывная 258, 259, 260, 261
Коваленков В. И. 714
Код телеграфный 570
— контрольный 477
— управляющий 476
— электрический 488
Козлов Г. П. 570
Колодцы кабельные 57, 58, 59, 132
Комаров Б. С. 889
Комбинация индексов скрещивания 192
Компенсатор 306
Коммутация цепей в ЛАЗ 782
Коммутаторы стрелочные бленкерные 674
— телефонные 628, 634, 637
— — междугородные 763, 767
Конденсатор 420, 421
— симметрирующий 49
Консервирование столбов 226
Конструкция опор 60
Контакты аппарата механо-электрической централизации 486
— — электрозащёлочной централизации 487
— в телеграфных аппаратах 578
Контактор пусковой 345
Контуры балансные 721
— четырёхполюсные 553, 554, 555, 556
Коробка вводная 92
— кабельная 57
— распорядительная 45
Коррозия 216
Коэфициент ёмкостной связи 209
— защитного действия оболочек кабелей связи 177
— пропускания атмосферы 233, 234
Крепление вводной коробки 92
— проводов на изоляторах 125
Кронштейн 19, 48
Крнвицкий К. А. 682
Крюки 15, 16, 17
Кузнецов А. А. 622
Кулешов В. Н. 934
Кулибин И. П. 228
Кунцевич А. Н. 156
Кусков А. А. 229
Кутьин И. М. 228

Л

ЛАЗ (линейно-аппаратный зал) 776
Лампа комбинированная 801
— для сверхвысокнх частот 802
— реостатная 578
— светофорная 237
— электронная 795
Ледорез 100
Лежни для опор 120
Ленин В. И. 794
Линза светофорная 235
Линин затухания искусственные 569
— кабельные 11, 61, 601
— радиосвязи 796
— связи 9, 11
— — воздушные 9, 60
— — — биметаллические 548
— — медные 547
— — однородные 545

Линии искусственные с повышенной индуктивностью 550
— — высоковольтио-сигнальные 9, 66
— — связи и СЦБ объединённые 10
— СЦБ 51
— трансляционные 796, 848
— телефонные соединительные 638
Листов В. Н. 715
Лопата-подборка 152
Лыков И. Д. 228, 261
Лупал Н. В. 229

М

Магнетрон 802
Маляров Д. Е. 802
Манипуляция 809
Маршрутно-контрольные устройства 285
Массы кабельные 49, 50
Материалы воздушных линий 12, 759
Матросов Ф. Г. 228
Мелентьев В. С. 228, 275, 276, 281, 296
Меттас Н. А. 826
Механизация линейных работ 150
Механизм заводной электрический 262, 282
— печатающий Бодо 585
— сигнальный прожекторного светофора 346
— сцепляющий полуавтоматической блокировки 262
— — станционной блокировки 330
Минц А. Л. 794
Минченко А. М. 764
Митрофанов И. Е. 682
Михаленко Н. М. 826
Многокаскадные схемы 809
Модуляция 809
Мосцицкий К. А. 622
Монтаж кабелей 139, 144, 771
— кабелей автоматических телефонных станций 771
— — ручных телефонных станций 640
— кабельных ящиков 144
— ЛАЗ 784
— оборудования дальней связи 776
— сигнальных проводов 116, 117
— силовых кабелей 149
— соединительных муфт 139
— чугунных муфт 142
Мотор-генератор для разрядки и буферной работы 900
Моторы, применяемые для телеграфных аппаратов, 577, 583
Мультивибратор 862
Муфты кабельные 30, 52
— конденсаторные 44
— оконечные 45, 51
— промежуточные 51
— разветвительные 45, 52
— свинцовые 54
— соединительные 43, 51, 526
— стрелочные 52
— тройниковые 51

Н

Нагревание контактов и литц 354
Накладки 19, 20
Напряжения шума в канале 734, 735
Наталевич Е. Е. 228, 285
Нефёдов В. М. 154
Нивелирование линий 109
Новиков В. А. 570, 715, 776
Номерация опор 128
Номеронабиратель 624
Номерники 628
Номограмма для определения коэфициента взаимной индукции 178
Нормы допускаемых влияний на устройства связи 169
— передачи для телефонных каналов 726, 754
— переходного затухания между кабельными цепями 211

О

Обмотки трансформаторов 26
Обозначения условные реле 354, 355, 570
Оборудование абонентских пунктов 681
— автоблокировки 398
— вводов связи 143
— воздушных линий 23
— коммутаторного зала 789
— телефонного канала 717, 735
— телефонной станции 629, 631, 633
— шаговых АТС 649
— узлов дальней телефонной связи 760
Обработка грунта для заземления 105
Обслуживание телефонных станций 670, 671
Ограждения на переездах 424
— СЦБ разводных мостов 434
Ограничитель акустических ударов 169
Ожидание минимальное при разных системах эксплоатации линий дальней телефонной связи 763
Опоры 64, 65, 66, 69, 71, 759
Опоры вводные 66
— для болотистых грунтов 63
— кабельные 64
— контрольные 64
— полуанкерные 61
— промежуточные 60
— разрезные 65
— угловые 61
— на ломаном уклоне 111
— переходные 98, 100
Определение мест повреждений в воздушных и кабельных линиях переменным током 934
— — — — — — — — постоянным током 929
Основание для поворотных шкивов механической централизации 299, 302 303
Оснастка опор 115, 116
Основания и фундаменты для поворотных шкивов 299, 303
Ответвления проводов 87

П

Павлов А. А. 229
Падение напряжения в токораспределительной сети ЛАЗ 790
Параметры биметаллических воздушных линий 548
— волновые и рабочие 542, 544, 545
— вторичные двухпроводных линий связи 547
— кабеля 548
— медных воздушных линий 546, 547
— однородных линий 11, 545
— стальных линий 548
Парфёнов С. К. 682
Пасты антисептические 114
Педали рельсовые 261
Пентод 799, 800
Пентагрид 801
Переводы стрелочные централизованные 435
Перегудов А. Н. 570
Передача гибкая 229, 304, 306
— диференциальная промежуточная 280
Переезды 424
Переключатель батарейный 451
— концевой 414
Пересечения линий связи 96, 98
— силовых кабелей 131
Переходы воздушных линий 93, 96, 98, 99, 100
Переход от трансформатора к эквивалентному контуру 565

Периодичность измерений оборудования дальней телефонной связи 793
Петринский Е. Н. 622
Пивко Г. М. 682, 772
Питание устройств автоблокировки 509
— переездной сигнализации 432
— — электрической централизации 435, 528
— усилителя 720
— телеграфной станции 617
Пионтковский Б. А. 889
Пистолькорс А. А. 794
Повреждения воздушных и кабельных линий 929, 934
— в рельсовых цепях 376
Погодин А. М. 772
Подвеска кабеля на тросе 134
— проводов 120
Подкосы 22
Поездограф 491
Поле электромагнитное 449
Полосы частотные 735, 737, 738
Попов А. С. 794, 824
Пост жезловой путевой 253
— исполнительный 323
— распорядительный 323, 492
— у ответвления 253, 254
— у стрелочной крестовины 254
— централизации 323
Постройка воздушных линий связи и СЦБ 105
— кабельных линий связи и СЦБ 128
Потребление тока в цепях питания аппаратуры дальней связи 743
— энергии приборами сигнальных точек 509
— — рельсовыми цепями 510
Предохранитель 24, 28, 159, 524
Преобразователи 900
Прибор Кунцевича 156
— электровакуумный 797
— электронный 795
Привод-замыкатель 313
Приёмник Бодо 584
Провода 12, 15, 74
— для пересекающихся пролётов 97
— телеграфные 600
Проволока линейная 12, 13
— перевязочная 14
— спаечная 14
Проектирование внутристанционной радиосвязи 836
— защиты устройств связи 172
— магистралей дальней связи 759
— поездной радиосвязи 843
— телеграфной связи 600
Проектирование узлов дальней телефонной связи 785
— устройств телефонной связи 660
Производительность аппарата Морзе 581
Прокладка кабеля 129, 132, 133, 134
Пролёты удлинённые на линиях связи 93
— — на высоковольтно-сигнальных линиях автоблокировки 94
Пропитка столбов, приставок и траверс 113, 114, 216
Просека в лесных массивах для воздушных линий связи 106
Противоэлементы 898
Профили опор 10, 759
Пульт-табло релейно-шаговой централизации 464
Пункты питающие 511
— распределительные 511
— усилительные 719
Пушкарёв Б. Н. 228, 229, 889

Р

Радиовещание на транспорте 853
Радиолокация 870
Радиопередатчик 804, 805
Радиоприёмник 811, 812
Радиосвязь вокзальная 849
— громкоговорящая 843
— поездная 540, 836
— ретрансляционная 865
Радиостанции малой мощности 826, 832
— паровозные 830
— передающие 854, 855
— приёмные 857, 860
— стационарные 830
Радиофикация пассажирских поездов 852
Разбивка линий 109
Развозка кабеля по трассе 129
Разговор переходный внятный 191
— — невнятный 191
Разделка кабеля 143, 144, 146, 147, 148, 149
Размотка кабеля 130
Размещение громкоговорителей 850
Разрядники 24, 27, 159
Разъединители 29, 30, 523
Распределение частотных полос 737, 738, 746
Распределитель Бодо 582
Расположение цепей и проводов 10, 11
Распространение магнитной энергии 823
Расстановка светофоров 378, 379
Рассеяние на аноде 797
Расторгуев В. Г. 277
Расход тока в цепях телеграфных аппаратов 577
Ратников В. Д. 229
Регулировка канала тональной частоты 724
Регулировка чувствительности в радио 816
Реле 334
— аварийное 347
— бдительности 423
— Бодо 574
— двухэлементные секторные 348, 349, 351
— индукционные 348
— импульсные поляризованные 343, 345
— испытания 352
—, классификация 334
— кодового типа 340
— комбинированное 336
— купроксное нейтральное 346
— междугородного коммутатора 769
— нейтральное 337, 338
— открытого типа 343
— переменного тока 346
— постоянного тока 335
—, размеры 337
— телеграфные 574, 575
— телефонные 652
—, расчёт 654
— термические 352
— Шорина 574
— унифицированные 348
—, характеристики 336, 337, 338, 340
— электромагнитные 334
Ремонт линий связи и СЦБ 226
Ретрансмиссии Бодо 587
Рогинский Н. О. 229
Рукоятка бдительности 414
Рычаги жезлового аппарата замыкающие 250
— сигнальные 311
— стрелочные 309
Рязанцев Б. С. 228

С

Сварка проводов 121, 226
Свисток автостопа 414
Светотехника сигнальная 232
Светофильтры 234
Светофор линзовый 234, 235, 236, 238
— прожекторный 239
Связь дальняя 714
— диспетчерская энергоснабжения 695
— — поездная 688
— — дорожная 698
— избирательная, проектирование 707
— —, техническое обслуживание 713
— телефонная 622
— — постанционная автоматическая 696
— — — неавтоматическая 695

Связь телефонная линейно-путевая 698
— — совещаний 701, 704
— устройства 787, 791
— — системы эксплоатации 761
— телеграфная абонентская 611
— — внутристанционная 678
— отрицательная обратная 817
Селектор 686
Семафор 234, 244, 246
Сжимы 20
Сигналы 229
— для ограждения кабельных переходов 59
— постоянные 230
Сигнализация 229
— заградительная 427
— автоматическая переездная 424, 427
— — тоннельная и мостовая 433
— локомотивная 404, 416, 417, 418
— пересечения в одном уровне железнодорожных путей с трамвайной линией 430
Сидоров В. И. 794
Сила шума электродвижущая в телефонных цепях 170
Симметрирование 211
— высокочастотных кабелей 215
— кабелей 208, 211, 215
— низкочастотных кабелей 211
— четвёрок 212
— экранированных и неэкранированных пар 215
Системы уплотнения телефонных цепей 715
Синфазность в аппаратах Бодо 586
Ситников Г. П. 826
Скорость телеграфирования 571, 584
Скрещивание 192, 203
— жил в четвёрках 213
—, конструкции 203
— проводов силовой цепи 10
— телефонных цепей 10
Служба сигнализации и связи 961
Смещение входящих сигналов 572
Снарский А. А. 682
Содержание аппаратов Бодо 619
— — Морзе 618
— — стартстопных 619
— — телеграфных трансляций 620
— аппаратуры тонального телеграфа 620
— — телефонных станций 670
Содержание воздушных и кабельных линий 223, 224
Соединение жил кабеля 140
— концов стальных проводов 121
Соединители 365
Сооружения связи кабельные 57
Сопротивление активное двухпроводных линий 545
— заземлений 102
— изоляции двухпроводных линий 545
— обмотки телефонных катушек 626
— шкивов 305
— проводов постоянному току 546
Спиридонов П. М. 889
Стабилизация частоты 808
Станки сигнальные 280
Станции телеграфные 613
— телефонные автоматические 641
— — —, проектирование 665
— — — шаговые 642, 647
— — ручные 627, 637
— — —, проектирование 660
— распорядительные поездной диспетчерской связи 689
— телеграфные, проектирование 615
Старостина Н. В. 229
Старцевой И. А. 154
Степанов Н. М. 228
Стержни для замыкания сигнальных и стрелочных рычагов 318
Стойки боксов 46
— вводные 777, 779, 782
— кабельные 48, 53, 55, 56, 367
— диференциальных систем 782
— контрольно-испытательные 781
— питания 781
— фильтров линейных 716
— четырёхпроводной коммутации 782
Столетов А. Г. 803
Столбы 15, 16
— кабельные вводные 46
— сигнальные 58, 59
Стрелы провеса проводов 94, 96, 99, 123, 124
Стык секций 192
Стыки изолирующие 365
Сроки поверки оборудования телефонных станций 670, 671
— — — устройств СЦБ 966
— ремонта телеграфных аппаратов 620
СЦБ, классификация 229
Счётчик торможения 415

Т

Танцюра А. А. 228, 407, 682
Телевиденне 866
Телевизор 870
Телеграфирование 601, 603, 604
— по кабельным линиям связи 603
— по стальным проводам 601
— тональное 604
Телефония 622
Телеграфия 570
Теория электрической связи по проводам 541
Тетрод лучевой 801
Техника безопасности при обслуживании устройств дальней связи 793
Тиратроны 904
Тишин Г. Д. 228
Токовращатели 630
Траверсы 17, 18, 19
Трансляция промежуточная поездной диспетчерской связи 691
— телеграфная 597
— соединительная поездной диспетчерской связи 694
Трансмиттер кодовый 349
Трансформатор 334, 355, 356, 357, 569
— вызывной 630
— переходный 549, 569
— силовой линейный 24, 25
— телефонный 623, 624, 627
— трёхфазного переменного тока 519
Траншеекопатель 158
Траншеи для кабелей 129
Трассы воздушных линий 105
— кабельных линий 128
— магистралей дальней связи 759
Требования технические к воздушным линиям связи 549
Трегер Д. С. 228, 248, 249
Триод 798, 799
Тросы 12, 136, 137
Трубки литерные 248, 249
— микротелефонные 626
Трубопроводы кабельные 57
Трубы 57, 132

У

Удлинители 556, 557
Указатель световой 243, 414
Укладка труб 132
— кабеля 130
Укрепление опор 119
Уласевич Б. В. 772
Уплотнение воздушных цветных линий 715