

ВВЕДЕНИЕ

Решениями XXVI съезда КПСС предусмотрено дальнейшее развитие электроэнергетики СССР, в том числе ввод новых атомных и гидроэлектростанций, совершенствование и модернизация электрооборудования, имеющегося в нашей стране, повышение надежности и качества электроснабжения народного хозяйства.

Потребление электрической энергии на промышленных предприятиях и в городах непрерывно растет, одновременно увеличиваются единичные мощности трансформаторов, преобразователей и электрических машин. В этой связи очень важно обеспечить надежное электроснабжение потребителей электрической энергии. Перерыв в электроснабжении может нарушить технологический процесс промышленного предприятия, вызвать порчу оборудования.

Основа надежного электроснабжения потребителей электрической энергии — безаварийность и долговечность кабельных линий. Однако это условие может быть выполнено только в том случае, когда электромонтер-кабельщик хорошо знает конструкцию кабелей, муфт, арматуры и технологическую последовательность их монтажа.

По роду своей деятельности электромонтеру-кабельщику приходится работать в различных производственных условиях: на новых объектах строительства, в кабельных сооружениях, на воздушных линиях и действующих распределительных устройствах высокого напряжения, на городских проездах, в туннелях метрополитена. Это требует от каждого электромонтера-кабельщика подлинного мастерства. Поэтому непереносимое условие высокого качества работ по эксплуатации и ремонту кабельных линий — улучшение профессиональной подготовки электромонтеров-кабельщиков.

Настоящая книга предназначена для подготовки электромонтеров-кабельщиков 3-го разряда в средних профессионально-технических училищах со сроком обучения 3 года.

Введение, главы I, II, IV, V, X, XI, XII написаны М. Б. Зевиным, главы III, VI, VII, VIII, IX — А. Н. Трифоновым.

Глава I. ПРОИЗВОДСТВО И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

§ 1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

Электрической станцией (электростанцией) называется совокупность устройств и оборудования, используемых для производства электрической энергии. На электростанциях электрическую энергию получают благодаря использованию энергоносителей или преобразованию различных видов энергии. Электростанции по виду используемой в них энергии подразделяются на тепловые, атомные и гидроэлектрические.

В тепловых электростанциях в топках котлов сжигается уголь, нефть или природный газ. Получаемая при этом теплота превращает находящуюся в котлах воду в пар, приводящий во вращение роторы паровых турбин и соединенные с ними роторы генераторов, в которых механическая энергия турбин преобразуется в электрическую.

На атомных электростанциях процессы преобразования энергии пара в механическую, а затем в электрическую энергию аналогичны процессам, происходящим в тепловых электростанциях, и отличаются от последних тем, что в них «топливом» служат радиоактивные элементы или их изотопы, выделяющие теплоту в процессе реакции распада.

На гидроэлектростанциях энергия потока воды превращается в электрическую энергию.

Существуют также ветро-, гелиоэлектростанции, геотермальные, приливные и другие электростанции, преобразующие в электрическую энергию соответственно перемещающиеся потоки воздуха, тепло солнечных лучей и недр Земли, энергию морских и океанических приливов.

Паротурбинные тепловые электростанции подразделяют на конденсационные и теплофикационные. На конденсационных станциях тепловая энергия полностью пре-

образуется в электрическую, а на теплофикационных, называемых теплоэлектроцентралями (ТЭЦ), тепловая энергия частично превращается в электрическую, а в основном расходуется на снабжение промышленных предприятий и городов паром и горячей водой. Поэтому ТЭЦ сооружают вблизи потребителей тепловой энергии. Конденсационные паротурбинные электростанции, как правило, строят недалеко от места добычи твердого топлива — угля, торфа, горючих сланцев. При строительстве гидроэлектростанций (ГЭС) решается комплекс задач, связанных не только с выработкой электрической энергии и снабжением ею потребителей, но и с улучшением судоходства рек, орошения засушливых земель, водоснабжения и др.

Сооружение атомных электростанций (АЭС) особенно целесообразно в районах, где нет запасов местного топлива и рек с большими гидроэнергетическими ресурсами. Они работают на ядерном горючем, которое потребляется в незначительных количествах, поэтому его доставка на электростанцию не вызывает больших транспортных затрат.

Передача энергии, выработанной мощными ГЭС, ТЭЦ и АЭС в электросеть для снабжения потребителей, как правило, осуществляется по линиям высокого напряжения (110 кВ и выше) через повысительные трансформаторные подстанции.

Для рационального распределения нагрузки между электростанциями, наиболее экономичной выработки электрической энергии, лучшего использования установленной мощности станций, повышения надежности электроснабжения потребителей и отпуска им электрической энергии с нормальными качественными показателями по частоте и напряжению широко осуществляется параллельная работа электростанций на общую электрическую сеть районной энергетической системы. В ее состав кроме электростанций входят также линии электропередачи различных напряжений, сетевые трансформаторные подстанции и тепловые сети, связанные общностью режима производства и распределения электрической и тепловой энергии. Многие районные энергетические системы Советского Союза объединены для параллельной работы в общую электрическую сеть и образуют крупные энергосистемы: Единую энергетическую систему (ЕЭС) европейской части СССР, Объединенную энергосистему Сибири, Объединенную энергосистему Казахстана и др.

Дальнейшим этапом развития энергетики СССР будет объединение энергосистем в Единую энергосистему Советского Союза. Энергосистемы ряда социалистических стран объединены в энергосистему «Мир».

§ 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

Для передачи и распределения электрической энергии от центров питания электростанций к потребителям служат *электрические сети*, которые состоят из распределительных устройств (РУ) и воздушных или кабельных линий различных напряжений.

Центром питания (ЦП) называется распределительное устройство генераторного напряжения электростанций или РУ вторичного напряжения понизительной подстанции энергосистемы, к которому присоединены распределительные сети данного района.

Электрические сети могут быть постоянного и переменного тока. К сетям постоянного тока в основном относятся сети электрифицированных железных дорог, метрополитена, трамвая, троллейбуса, а также некоторые электрические сети химических, металлургических и других промышленных предприятий. Электроснабжение всех остальных объектов промышленности, сельского хозяйства, коммунального и бытового назначения ведется трехфазным переменным током частотой 50 Гц.

Электрическая энергия, вырабатываемая турбогенераторами и гидрогенераторами, имеет напряжения 6000 или 10000 В, а иногда даже 20000 В. Электрическую энергию такого напряжения передавать на большие расстояния экономически нецелесообразно из-за значительных электрических потерь. Поэтому ее повышают до 110, 220 и 500 кВ на повысительных трансформаторных подстанциях, сооружаемых при электростанциях, а затем перед поступлением потребителям понижают до 35, 10 и 6 кВ на понизительных трансформаторных подстанциях.

Упрощенная схема распределения энергии от электростанций до потребителей приведена на рис. 1. Из приведенной схемы видно, что электростанции А, Б, В, Г и Д объединены линиями электропередачи (ЛЭП) напряжением 220 кВ. Передача и распределение электрической энергии осуществляются на напряжениях 220, 110, 35 и 10 кВ. В схеме электроснабжения предусматривается резервирование подстанций на всех уровнях напряжений,

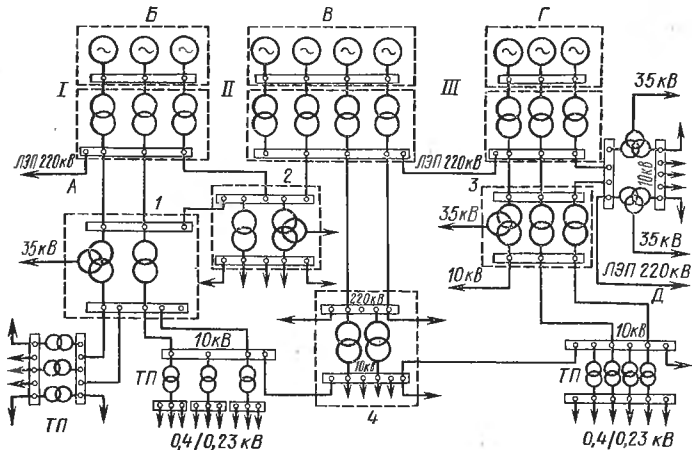


Рис. 1. Схема энергосистемы:

А — Д — электростанции, ТП — трансформаторные подстанции, I — III — повышающие подстанции, 1 — 4 — понижающие подстанции

что позволяет избежать перебоев в подаче электрической энергии.

От РУ понижающих подстанций отходят для передачи электрической энергии потребителям воздушные или кабельные линии. Большинство промышленных предприятий получают энергию от энергетических систем и лишь в редких случаях от собственных заводских электростанций. Электроснабжение и распределение энергии в пределах предприятия от собственных электростанций производится в основном на генераторном напряжении 6 и 10 кВ.

Схема электроснабжения и распределения энергии зависит от расстояния между предприятием и источником питания, потребляемой мощности, территориального размещения нагрузок, требований надежного и бесперебойного питания электроприемников, а также от числа приемных и распределительных пунктов на предприятии.

Наличие больших нагрузок, сосредоточенных на определенных участках промышленных предприятий и в отдельных районах крупных городов, ускоряет внедрение в систему электроснабжения глубоких вводов* высокого напряжения. Благодаря этому значительно сокращаются

* Глубокий ввод — это канализация высокого напряжения от энергосистемы непосредственно к центру нагрузок.

кабельные распределительные сети и экономится кабельная продукция. Глубокие вводы сооружают, как правило, воздушными линиями на напряжения 35, 110, 220 и 330 кВ.

Электрические сети делятся: на нерезервируемые, когда электроприемники получают электрическую энергию от одного источника питания, и резервируемые, когда электроснабжение ведется от двух или более источников питания. Производство, передача и распределение электрической энергии сопровождаются потерями ее во всех элементах сети; кабельных и воздушных линиях, трансформаторах, высоковольтных аппаратах и др.

Общие потери электрической энергии, включая расходы на собственные нужды, доходят до 10 %, из них наибольшие потери приходится на питающие сети от центров питания до распределительных пунктов.

Для снижения потерь электрической энергии и определения участков и элементов сети с наибольшими потерями производят измерения, расчеты и оценки рационального построения и эксплуатации сети. На основании этих данных принимают меры для снижения потерь электрической энергии, которые в основном сводятся к переводу сети на повышенное напряжение (если это экономически целесообразно), отключению малозагруженных трансформаторов в период минимальных нагрузок.

§ 3. ПОТРЕБИТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Основными характеристиками потребителей электрической энергии являются: расчетная нагрузка, режим работы установки, надежность электроснабжения. По расчетной нагрузке и режиму работы потребителя определяются мощности питающих трансформаторов, сечения кабельных и воздушных линий.

По обеспечению надежности электроснабжения электроприемники делятся на три категории.

К первой категории относятся электроприемники, нарушение электроснабжения которых влечет за собой опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, повреждение оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение режима работы особо важных объектов (доменных и мартеновских печей, некоторых цехов химических предприятий, электрифицированных железных дорог, метро).

Ко второй категории относятся электроприемники, перерыв в электроснабжении которых связан с массовым недоотпуском продукции, простым рабочих механизмов и промышленного транспорта, нарушением нормальной работы значительного количества городских предприятий (швейные и обувные фабрики) и электротранспорта.

К третьей категории относятся электроприемники, не входящие в первую и вторую категории.

Перерыв в электроснабжении электроприемников первой категории может быть допущен лишь на время автоматического ввода аварийного питания, второй категории — на время, необходимое для включения резервного питания дежурным персоналом или выездной оперативной бригадой, и для приемников третьей категории — на время, необходимое для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, но не более суток.

В соответствии с указанными требованиями надежности электроснабжения питание электроприемников первой и второй категорий осуществляется от двух независимых источников, а третьей — от одной питающей линии без обязательного резервирования.

Электроснабжение промышленных предприятий и городов производится через РУ и подстанции, максимально приближенные к потребителям.

Распределительным устройством (РУ) называется электроустановка, служащая для приема и распределения электрической энергии и содержащая коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и др.), а также устройства защиты, автоматики и измерительные приборы. Распределительные устройства сооружают открытого исполнения (ОРУ), когда основное оборудование расположено на открытом воздухе, и закрытого (ЗРУ), когда оборудование расположено в здании.

Электроустановка, служащая для преобразования и распределения электрической энергии и состоящая из трансформаторов или других преобразователей энергии, РУ, устройств управления и вспомогательных сооружений, называется *подстанцией*. В зависимости от преобразования той или иной функции подстанций они называются трансформаторными (ТП) или преобразовательными.

Распределительное устройство, предназначенное для приема и распределения электрической энергии на одном напряжении без преобразования и трансформации и не

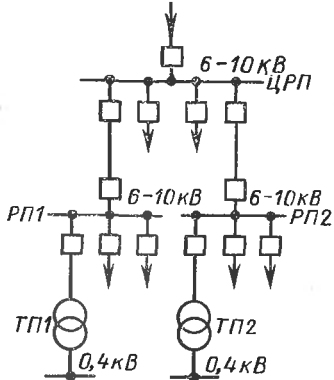


Рис. 2. Двухступенчатая радиальная схема питания:

ЦРП — центральная распределительная подстанция, РП1, РП2 — распределительные подстанции, ТП1, ТП2 — трансформаторные подстанции

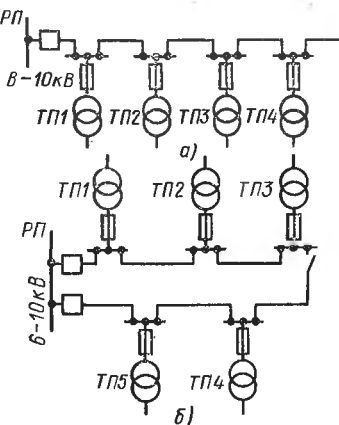


Рис. 3. Магистральные схемы: а — одиночная с односторонним питанием, б — кольцевая; РП — распределительная подстанция, ТП1 — ТП5 — трансформаторные подстанции

входящее в состав подстанции, называется *распределительным пунктом* (РП).

Для распределения электрической энергии при напряжении 6 и 10 кВ на предприятиях и в городах применяют два вида схем: радиальную (рис. 2) и магистральную (рис. 3). Эти схемы имеют много разновидностей, которые определяются главным образом категорией электроприемников, территориальным размещением и мощностью подстанций и пунктов приема энергии. Качество электрической энергии характеризуется постоянством частоты и стабильностью напряжения у потребителей в пределах установленных норм. Частота задается электростанциями для всей энергосистемы в целом.

Уровень напряжения изменяется в зависимости от конфигурации сети по мере приближения к потребителю, условий загрузки оборудования и расхода электрической энергии потребителями. Номинальное напряжение потребителей указывается в таблицах.

Напряжения электросетей и электрооборудования стандартизованы (табл. 1). Для компенсации потери напряжения в сетях номинальные напряжения генераторов и вторичных обмоток трансформаторов принимаются на 5 % выше номинальных напряжений электроприемников.

Прибора устро́йства электроустановок определяют уровни напряжения и порядок его регулирования. Отклонение напряжения на зажимах электродвигателей от номинального, как правило, допускается не более $\pm 15\%$. Снижение напряжения у наиболее удаленных ламп внутреннего рабочего освещения промышленных предприятий и общественных зданий может быть не более $2,5\%$ а увеличение не более 5% от номинального.

Таблица 1. Номинальные напряжения (до 1000 В) электрических сетей и присоединяемых к ним источников и приемников энергии

Напряжение при постоянном токе, В		Напряжение при переменном токе, В			
источников и преобразователей	сетей и приемников	однофазном	трехфазном	однофазном	трехфазном
		источников и преобразователей		сетей и приемников	
28,5	27	42	42	40	40
115	110	230	230	220	220
230	220	230	400	380	380
460	440	230	690	660	660

Примечание. Номинальное напряжение (свыше 1000 В) электрических сетей и приемников, генераторов и синхронных компенсаторов, а также наибольшее рабочее напряжение электрооборудования приведены в ГОСТ 23366—78.

Контрольные вопросы

1. Перечислите названия электростанций по видам используемых в них энергоносителей.
2. Каковы технические и экономические преимущества сооружения ТЭЦ, ГЭС и АЭС?
3. Из каких элементов состоит энергосистема?
4. Что входит в состав электрической сети?
5. Что называется РУ, ТП, РП?
6. Что называется глубоким вводом?
7. В каких элементах электрической сети имеются наибольшие потери электрической энергии?
8. На какие категории делятся потребители электрической энергии?

Глава II. ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ И КАБЕЛЬНЫЕ ПРИСОЕДИНЕНИЯ К НИМ

§ 4. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи и распределения электрической энергии, называется *электроустановками*. Электроустановки подразделяют на открытые, или наружные (на открытом воздухе), и закрытые, или внутренние (в закрытом помещении).

В зависимости от окружающей среды помещения, в которых расположены электроустановки, подразделяют на сухие, влажные, сырые, особо сырые, жаркие, пыльные и с химически активной или органической средой. В сухих помещениях относительная влажность воздуха не превышает 60 %, во влажных от 60 до 75 %, в сырых — длительно превышает 75 % и особо сырых влажность близка к 100 % (потолок, стены и предметы покрыты влагой). В жарких помещениях температура превышает постоянно или периодически (более 1 сут) 35 °С (помещения с сушилками, котельные и т. д.). В пыльных помещениях по условиям производства выделяется технологическая пыль, которая может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т. п. В помещениях с химически активной или органической средой постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, действующие разрушающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

Конструкция, способ установки электрических машин, аппаратов, приборов и прочего электрооборудования, а также кабелей должны соответствовать условиям окружающей среды.

Наибольшее количество разделок и присоединений кабелей выполняют в РУ и на трансформаторных подстанциях.

Распределительные устройства и распределительные пункты на напряжение выше 1000 В состоят из комплектных камер или комплектных распределительных устройств, выпускаемых электротехнической промышленностью в различных исполнениях. Комплектные распределительные устройства закрытой установки, в которых

выключатель с приводом расположены на выкатной тележке, получили наименование КРУ, а открытой установки — КРУН; стальные камеры одностороннего обслуживания со стационарно установленным оборудованием, предназначенные для закрытой установки, — КСО.

Надежность РУ определяется выбором проводов, шин, аппаратов, приборов и конструкций, которые должны работать как при нормальных условиях (соответствие рабочему напряжению и току, классу точности и т. п.), так и при коротких замыканиях (термические и динамические воздействия, предельно допустимое значение отключаемой мощности).

В ряде случаев в одно КРУ электроснабжения вводится два и более кабелей, что создает определенные трудности при размещении концевых заделок в ограниченной по объему зоне подключения.

Надежность электроснабжения во многом зависит от правильно выполненных разделок и подключений кабелей.

Прокладка и подключение шин, проводов и кабелей в ЗРУ должны выполняться с учетом минимально допустимых расстояний между неизолированными токоведущими частями разных фаз, а также между токопроводящими и нетокпроводящими металлическими частями (табл. 2).

Таблица 2. Минимально допустимые расстояния в РУ по воздуху

Напряжение РУ, кВ	Минимально допустимые расстояния, мм	
	между неизолированными токоведущими частями разных фаз	между токоведущими и металлическими частями
1 (1000 В)	12	12
3	70	65
6	100	90
10	130	120

Под рабочим (номинальным) током подразумевают наибольший ток, при котором оборудование может работать длительно, если температура окружающего воздуха не будет превышать 35 °С.

Токпроводящие части РУ в номинальном режиме не должны нагреваться выше предельно допустимых по нормам температур: 80 °С для контактных соединений

шин и соединений их с выводами аппаратов без покрытий и 90°C — с покрытием оловом.

Термическая стойкость — способность изделий выдерживать без повреждений термическое воздействие тока короткого замыкания в течение определенного времени.

Динамическая стойкость — способность изделия выдерживать без повреждения механическое воздействие, создаваемое током короткого замыкания.

Коротким замыканием называется непосредственное соединение находящихся под напряжением шин, проводов и жил кабелей между собой или с землей из-за поверхностного перекрытия, уменьшения допустимых изоляционных расстояний, пробоя изоляции, неправильных оперативных действий обслуживающего персонала. Короткое замыкание сопровождается значительным увеличением тока в поврежденной электрической цепи, на шинах питающих подстанций, в трансформаторах.

Кратковременные повышения температуры при токах короткого замыкания не должны быть выше: 300°C — для медных шин; 200°C — для алюминиевых шин и кабелей с бумажной изоляцией напряжением до 10 кВ; 160°C — для кабелей с изоляцией из ПВХ пластика; 130°C — из полиэтилена; 250°C — из вулканизирующего полиэтилена; 150°C — из резины.

§ 5. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ, УСТАНОВЛИВАЕМОЕ В РУ И НА ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЯХ

Современные РУ и подстанции в зависимости от напряжения, номинального тока и тока короткого замыкания комплектуют электрооборудованием с различными электрическими параметрами: силовыми трехфазными масляными трансформаторами, масляными выключателями, выключателями нагрузки, разъединителями, трансформаторами напряжения и тока.

Оборудование в РУ и трансформаторных подстанциях соединяется между собой, со сборными шинами и отходящими кабельными линиями.

Силовой трехфазный масляный трансформатор (рис. 4) предназначен для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения. Трансформатор, понижающий напряжение, называется *понижающим*, а повышающий напряжение — *повышающим*.

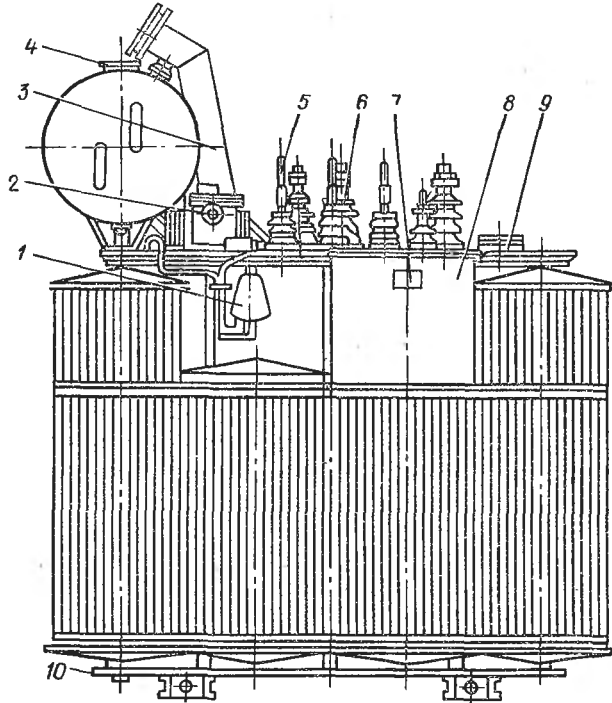


Рис. 4. Трансформатор серии ТМ-1000/10:

1 — термометрический сигнализатор, 2 — газовое реле, 3 — предохранительная трубка, 4 — воздухоосушитель, 5, 6 — вводы НН и ВН, 7 — заводской щиток, 8 — термосифонный фильтр, 9 — кран, 10 — пробка для спуска осадков

В конструкцию трансформатора входят магнитопровод, вводы, переключающее устройство, бак, расширитель, газовое реле, приборы для измерения температуры масла, воздухоочиститель и термосифонный фильтр.

Магнитопровод с расположенными на нем обмотками низкого и высокого напряжения, вводы и переключающее устройство образуют основную активную часть трансформатора. Магнитопровод состоит из отдельных листов специальной трансформаторной стали, изолированных друг от друга изоляционным покрытием, стержней, верхнего и нижнего ярем.

Вводы представляют собой фарфоровые проходные изоляторы, через которые выводы обмоток трансформатора присоединяются к электрическим сетям.

Перекрывающее устройство служит для ступенчатого изменения напряжения в определенных пределах с целью поддержания номинального напряжения на зажимах вторичной обмотки при изменении напряжения на первичной или для изменения напряжения на вторичной обмотке.

Расширитель имеет вид бачка. Он установлен на крышке бака с объемом 8—10 % объема масла трансформатора и служит для постоянного заполнения бака маслом и ограничения соприкосновения поверхности масла с воздухом.

Газовое реле служит для выявления повреждений внутри бака трансформатора (электрический пробой изоляции, витковое замыкание, местный нагрев магнитопровода и др.).

Воздухоочиститель предназначен для сушки и очистки увлажненного и загрязненного воздуха, поступающего в расширитель при температурных колебаниях масла, термосифонный фильтр — для поддержания изоляционных свойств масла.

Силовые трансформаторы характеризуются номинальными мощностью, напряжением и током, коэффициентом трансформации, напряжением короткого замыкания, током холостого хода, схемой и группой соединения.

На баке трансформатора прикреплена табличка с указанием его технических данных. В тех случаях, когда должна быть исключена опасность пожара от возгорания масла, применяют сухие трансформаторы с естественным воздушным охлаждением или трансформаторы с негорючим заполнением (совтол, пиронол, кварцевый песок).

Номинальная мощность трехфазных масляных трансформаторов общего назначения напряжением до 35 кВ: 10, 16, 25, 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630, 1000, 1600, 2400, 4000, 6300, 10 000, 16 000, 40 000 и 80 000 кВ·А.

Масляный выключатель (рис. 5) предназначен для включения и отключения электрооборудования, элементов РУ и электрических сетей под нагрузкой. Масляные выключатели на напряжение до 10 кВ выпускают с малым и большим объемом трансформаторного масла.

На промышленных предприятиях получили наибольшее распространение выключатели с малым объемом масла ВМГ-10 и ВМП-10.

Основными частями выключателей являются: рама; неподвижные и подвижные контакты; дугогасительные устройства; фарфоровые вводы с зажимами; приводной механизм для подвижных контактов; цилиндры для размещения контактов и гасительных камер. Принцип работы этих выключателей основан на гашении электрической дуги, возникающей при размыкании контактов, потоком газомасляной смеси. Газомасляная смесь образуется в дугогасительном устройстве от разложения трансформаторного масла под влиянием высокой температуры горения дуги.

Выключатели ВМП-10 выпускают для стационарных камер (КСО), выключатели ВМП-10К и ВМП-10П со встроенным приводом — для комплектных камер (КРУ). Выключатель ВМГ-10 разработан с использованием отдельных узлов выключателя ВМП (эластичный подвес на раме, изоляционные тяги, приводной механизм и т. д.).

Для управления работой выключателей применяют ручные, электрические, пружинные и грузовые приводы.

Разъединитель предназначен для отключения и включения под напряжением отдельных участков электрической цепи или отдельных аппаратов при отсутствии тока нагрузки (нагрузка отключена выключателем). Разъединитель, имея открытую контактную систему, создает видимый разрыв электрической цепи.

В закрытых подстанциях напряжением 6—10 кВ применяют в основном однополюсные разъединители внутренней установки РВО и трехполюсные РВ. Трехполюсный разъединитель РВ-10/600 (рис. 6) состоит из стальной рамы 13, шести опорных изоляторов 11

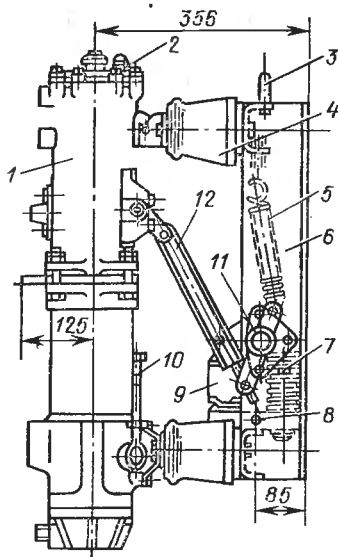


Рис. 5. Масляный подвесной выключатель ВМП-10 напряжением 10 кВ:

1 — полюс выключателя, 2 — пробка маслоналивного отверстия, 3 — подъемная скоба, 4 — изолятор, 5 — отключающая пружина, 6 — рама, 7, 9 — масляный и пружинный буферы, 8 — болт заземления, 10 — указатель уровня масла, 11 — вал, 12 — изоляционная тяга

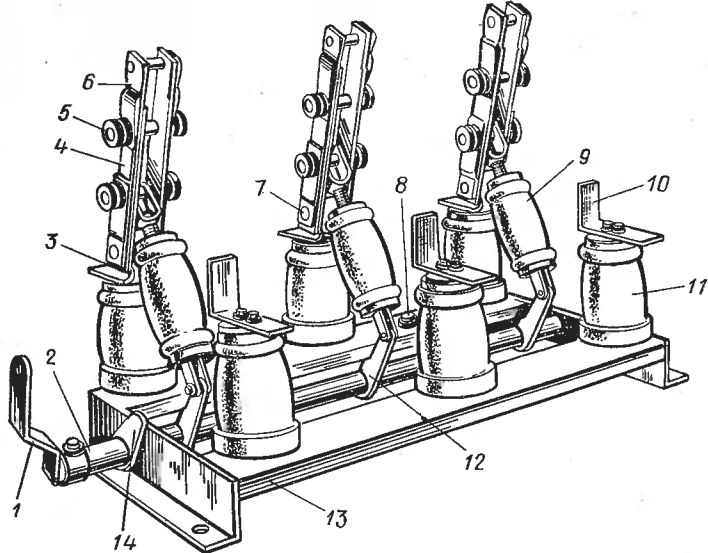


Рис. 6. Трехполюсный разъединитель РВ-10/600:

1, 12 — рычаги, 2 — вал, 3 — контактная стойка, 4 — ножи, 5 — пружины, 6 — стальные накладки, 7 — ось, 8 — болт заземления, 9 — фарфоровые тяги, 10 — медные угольники, 11 — опорные изоляторы, 13 — стальная рама, 14 — упор

с медными угольниками 10, являющимися стойками неподвижных контактов, двухполюсных медных ножей 4, пружин 5, стальных накладок 6, создающих необходимое давление в контактах. На оси 7 вращается нож разъединителя. К валу 2 разъединителя приварены рычаг 1 для крепления с приводом и три рычага 12 для соединения с фарфоровыми тягами 9. Для управления разъединителями РВ применяют ручные приводы ПР внутренней установки.

Выключатель нагрузки (рис. 7) предназначен для включения и отключения отдельных участков электрических цепей на напряжение 6—10 кВ при токах нагрузки до нескольких сотен ампер, а также для защиты от токов короткого замыкания (при наличии подключенных предохранителей).

Основными элементами выключателя являются главная контактная система, дугогасительное устройство 3 и опорная рама 1 с изоляторами 2. Выключатели нагрузки выпускают нескольких типов: ВНП-16, ВНП-17, ВНП-3 и др. Для управления выключателями применяют

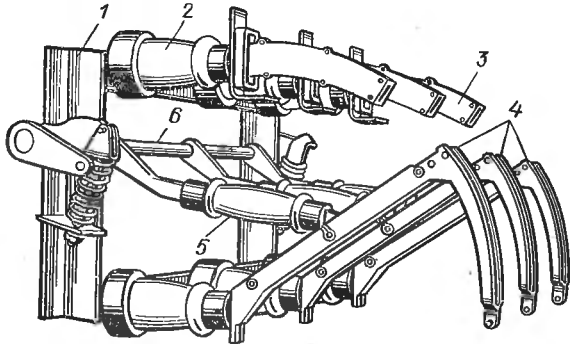


Рис. 7. Выключатель нагрузки:

1 — рама, 2 — изоляторы, 3 — дугогасительные камеры, 4 — подвижные контактные ножи, 5 — изоляционные тяги, 6 — вал

ручные ПР-17, ручные автоматические ПРА-17 и электромагнитные ПЭ-11С приводы.

Трансформатор тока (рис. 8) предназначен для питания током измерительных приборов, устройств релейной защиты и автоматики и включается последовательно в электрическую цепь, преобразуя ток высокого напряжения в ток низкого напряжения.

Трансформатор тока состоит из одного или двух сердечников, собранных из стальных листов, на которые намотаны первичная и одна или две вторичные обмотки. Первичная обмотка — это один или несколько витков большого сечения. Число витков во вторичной обмотке должно быть таким, чтобы ток в ней при номинальном

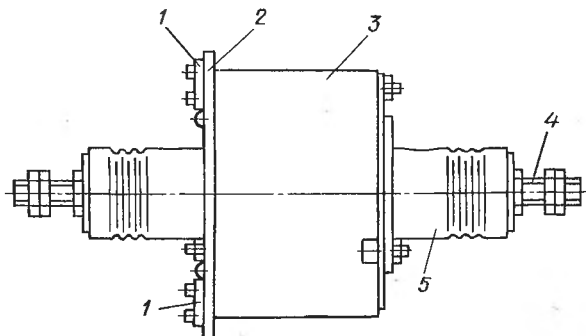


Рис. 8. Трансформатор тока ТПОФ-10:

1 — изоляционная колодка, 2 — передний прямоугольный фланец, 3 — металлический кожух, 4 — медный стержень (или медная труба), 5 — фарфоровый изолятор

токе в первичной обмотке составлял 5 А. Характеристики трансформатора тока являются: номинальное напряжение, рабочий ток, класс точности вторичной обмотки и данные по термической и динамической стойкости при токах короткого замыкания.

Трансформатор напряжения предназначен для понижения высокого (свыше 250 В) напряжения до 100 В, необходимого для питания измерительных прибо-

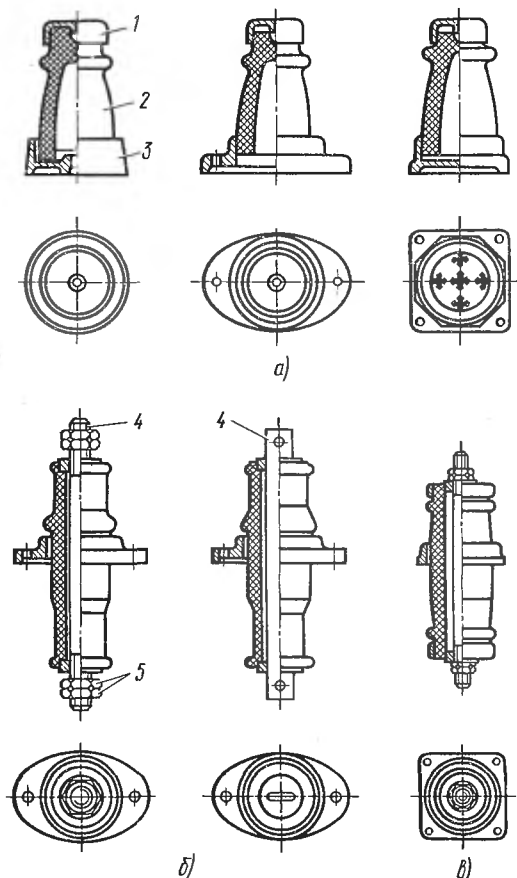


Рис. 9. Подстанционные изоляторы внутренней установки напряжением 6, 10 кВ:

а — опорные с круглым, овальным и квадратным фланцами, б — проходные с овальными фланцами, круглыми и плоскими токопроводящими стержнями, в — проходный с квадратным фланцем и круглым токопроводящим стержнем; 1 — колпачок, 2 — фарфоровое тело (изолирующий элемент), 3 — фланец, 4 — токопроводящие стержни, 5 — гайки

ров, цепей автоматики, сигнализации и релейной защиты. Он состоит из замкнутого стального сердечника, на котором расположены первичная и вторичная обмотки, и изготавливается двух видов: сухой — с естественным воздушным охлаждением и масляный — с масляным заполнением. Трансформатор напряжения включается в электрическую цепь параллельно через предохранители или разъединители.

Изолятор (рис. 9) предназначен для механического крепления и электрической изоляции шин в РУ. По способу установки и назначению изоляторы делятся на опорные ОФ и проходные П. Опорные изоляторы представляют собой полую фарфоровую деталь конической формы с металлической арматурой, служащей для крепления изолятора к основанию (в виде нижнего фланца) и шин (в виде верхнего колпачка). Проходные изоляторы также представляют собой полую фарфоровую деталь, армированную в средней части металлическим фланцем с отверстиями для болтов. Изоляторы снабжены токопроводящими медными стержнями, которые закрепляют металлическими шайбами, помещенными в специальные углубления покрытого глазурью фарфора.

В РУ применяют медные, алюминиевые и стальные шины. Медные шины дефицитны и используются редко. Размер и сечения шин, расстояния между соседними шинами и их точками крепления определяются расчетами при проектировании.

§ 6. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ПУНКТЫ И ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ НА НАПРЯЖЕНИЕ 3-10 кВ

Распределительные пункты на напряжение 6, 10 кВ состоят из комплектных камер КСО-272, КСО-366 или комплектных распределительных устройств КРУ2-10-20.

Одной из наиболее распространенных стационарных комплектных камер является КСО-272, металлическая конструкция которой выполнена из гнутых стальных профилей. В камеру встроены аппараты и приборы в соответствии со схемами соединений главных и вспомогательных цепей. На фасаде КСО-272 (рис. 10, а) размещены приводы масляного выключателя, шинного, линейного и заземляющих разъединителей, устройства релейной защиты, аппаратура управления, измерения, учета

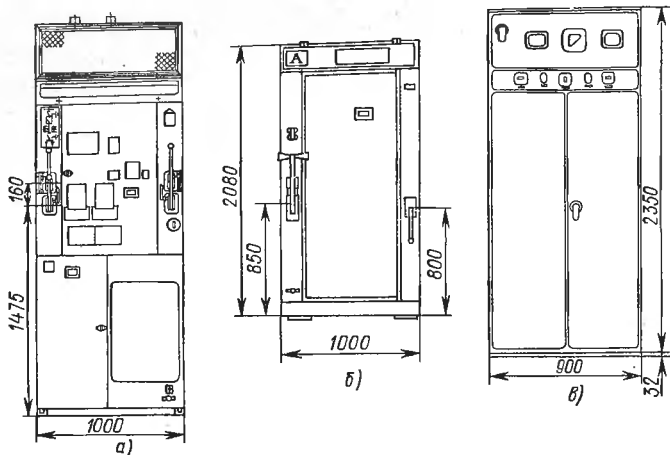


Рис. 10. Комплектные камеры внутренней установки:
а — КСО-272, б — КСО-366, в — шкаф КРУ-10-20

и сигнализации. Верхние двери камеры предназначены для обслуживания выключателей, нижние — кабельной разделки и кабельных присоединений. Обе двери имеют смотровые окна для наблюдения за аппаратурой. Камеры на номинальные токи до 600 А рассчитаны на присоединение одного-двух кабелей.

Во избежание ошибочных операций при обслуживании и ремонте камеры КСО-272 оснащены блокировкой, которая исключает включение и отключение линейных и шинных разъединителей при включенном выключателе или выключателе нагрузки; включение заземляющих ножей при включенных рабочих ножах разъединителей и выключателя нагрузки и разъединителя при включенных заземляющих ножах.

Глубина прямиков под камеры при их установке на полу должна быть не менее 1200 мм для устройств с кабелями сечением $3 \times 120 \text{ мм}^2$ и не менее 1500 мм для кабелей сечением $3 \times 240 \text{ мм}^2$. Указанные размеры определены с учетом допустимых радиусов изгибов силовых кабелей с пропитанной бумажной изоляцией в алюминиевой оболочке.

Камеры КСО-366 (рис. 10, б) изготовляют по упрощенным схемам главных электрических соединений. Фасад камеры закрыт сплошной одностворчатой дверью со смотровым окном. На боковых фасадных стойках ка-

меры расположены приводы разъединителей, выключателей нагрузки и заземляющих ножей. Выключатели нагрузки и разъединители снабжены механической блокировкой со стационарными заземляющими ножами. Камеры КСО-366 устанавливают и подключают с учетом прокладки и подключения кабеля сечением не более $3 \times 185 \text{ мм}^2$.

Шкаф КРУ2-10-20 (рис. 10, в) состоит из трех блоков: корпуса, выдвижного элемента (выкатная тележка с аппаратурой) и релейного шкафа. Корпус шкафа металлическими перегородками и шторками разделен на четыре отсека: сборных шин; верхних разъединяющих контактов главных цепей; выдвижного элемента; трансформатора тока и кабельных присоединений.

Жилы кабеля присоединяют непосредственно к выводам трансформаторов тока ТПЛ-10 на номинальные токи до 400 А, на токи 1000—1600 А в отсеке устанавливают кабельную сборку. Максимально отсек рассчитан на присоединение пяти кабелей сечением $3 \times 240 \text{ мм}^2$.

Комплектная трансформаторная подстанция (КТП) для электроснабжения промышленных предприятий может быть внутренней или наружной установки и состоит из отдельных низковольтных ячеек, соединенных между собой встык, двух трансформаторов и двух шкафов с высоковольтными вводами.

Кабельные вводы линии напряжением 6 или 10 кВ и масляный выключатель расположены в крайних ячейках (рис. 11), за которыми устанавливают силовые транс-

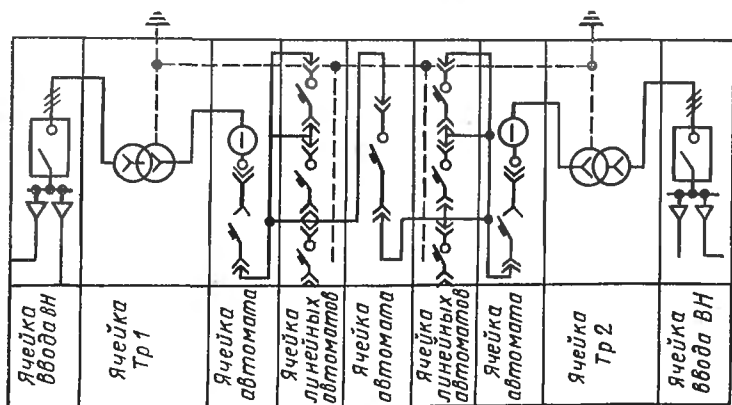


Рис. 11. Схема КТП

форматоры ТНЗ и ТМЗ мощностью 160—2500 кВ·А. В ячейках автоматов вмонтированы шины, главный ВА-2050 или А-3100 напряжением до 1000 В, секционный и линейные автоматы.

На комплектной трансформаторной подстанции при исчезновении напряжения на трансформаторе левой секции отключается главный автомат этого трансформатора, включается отключенный секционный автомат, и напряжение на секции восстанавливается.

Зона подключения кабелей в КРУ (кабельный отсек) ограничена минимальными размерами, поэтому при компоновке и размещении концевых муфт и заделок необходимо соблюдать: допустимый радиус изгиба жил кабеля, минимальные расстояния между жилами кабеля и металлическим корпусом камеры, между жилами кабелей при расположении в камерах двух и более заделок или муфт. Минимальные расстояния между изолированной жилой, корпусом кабельной концевой муфты и металлическим корпусом КРУ, а также между муфтами, на уровне выхода из них жил, должны быть не менее 50 мм, между осями муфт внутренней установки — 220 мм.

При монтаже нескольких муфт в одном отсеке минимальное расстояние (в свету) между жилами разных фаз должно быть не менее 10 мм. Радиус изгиба жил для кабелей с бумажной или пластмассовой изоляцией должен быть не менее 10-кратного размера высоты сектора или диаметра жилы.

§ 7. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА НА НАПРЯЖЕНИЕ ДО 1000 В И КАБЕЛЬНЫЕ ПРИСОЕДИНЕНИЯ К НИМ

Распределительные устройства на напряжение до 1000 В состоят из щитов разного назначения.

Щиты подразделяют на распределительные, управления, релейные, сигнализации и контроля. Щит представляет собой металлическую конструкцию, комплектуемую из отдельных панелей или шкафов, на которых установлены приборы и аппараты, смонтированы сборные шины и проводки вторичных цепей, и изготавливаются в открытом или закрытом исполнении.

В соответствии с проектной схемой щиты комплектуют из панелей и шкафов, которые в собранном виде являются комплектным электротехническим устройством.

Распределительные щиты служат для приема и распределения электрической энергии в сетях напряжением до 380 В и в зависимости от конструкции разделяются на щиты одно- и двустороннего обслуживания. Их комплектуют из типовых панелей: линейных, вводных и секционных. Линейные панели позволяют присоединять к сборным шинам электроприемники на номинальные токи от 100 до 1000 А через рубильники с предохранителями или автоматы. Вводные панели служат для присоединения шинных и кабельных вводов, секционные — для разобцения (секционирования) сборных шин. Наиболее распространены щиты одностороннего обслуживания из панелей ЩО70-1, ЩО70-2, двустороннего обслуживания из панелей ПРС и ШД.

Распределительные силовые шкафы служат для приема и распределения электрической энергии в промышленных установках с глухозаземленной нейтралью. Наиболее распространены шкафы ШРС на номинальные

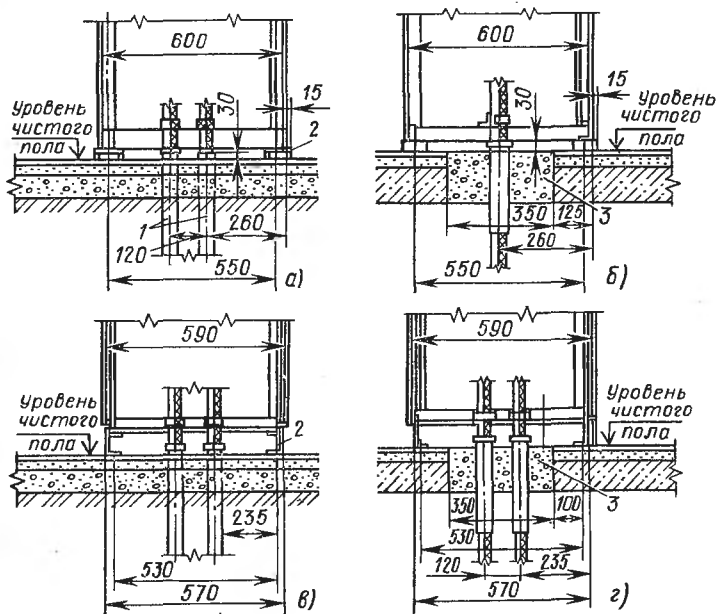


Рис. 12. Нижний токоподвод в трубах к щиту из панелей ЩО-70 и ЩО-70М (а, б) или из панелей ПД и шкафов ШД (в, г), установленных на полу и перекрытии:

1 — трубы для токоподвода, 2 — основание — швеллер, 3 — проем для токоподвода

токи до 400 А и напряжения до 380 В. Ввод и вывод проводов и кабелей в шкафах осуществляется сверху и снизу. Максимальное количество и сечение жил проводов или кабелей, присоединяемых к одному вводному зажиму, для шкафов на номинальный ток 250 А — $2 \times 95 \text{ мм}^2$, на 400 А — $2 \times 150 \text{ мм}^2$.

В зависимости от конструкции РУ подвод кабелей к панелям и шкафам может осуществляться снизу из кабельных каналов, из прямиков, расположенных сзади щита или спереди, а также в трубах при установке щитов непосредственно на полу или на перекрытии (рис. 12). Провода и кабели жестко прикрепляют к металлическим конструкциям. При вводе кабелей в панели и шкафы сверху для их крепления используют консоли, перфорированные рейки и др.

Силовые распределительные шкафы индивидуальной установки в зависимости от конструкции имеют нижний ввод или нижний и верхний. При нижнем вводе питающие кабели или провода пропускают через патрубки, заложенные в строительном основании, и прикрепляют их к боковым стенкам шкафа скобами. Провода отходящих линий выводят снизу шкафа и крепят к перфорированным рейкам на его задней стенке перфорированным профилем, ПВХ лентами и т. п.

§ 8. ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Воздушной линией электропередачи (ВЛ) называют устройство для передачи электрической энергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным с помощью изоляторов и арматуры к опорам, кронштейнам и стойкам на мостах, путепроводах и т. п. Провода ВЛ напряжением до 10 кВ крепят к изоляторам, установленным на траверсах деревянных или железобетонных опор.

В зависимости от конструкций, назначения и места установки различают промежуточные, угловые, анкерные, ответвительные и концевые опоры.

Промежуточные опоры служат для поддержания проводов на определенной высоте от земли и не рассчитаны на усилия от проводов в продольном направлении или под углом; их устанавливают на прямых участках трассы на расстоянии 35—45 м при напряжении ВЛ до 1 кВ, 50—60 м — при 6, 10 кВ. Промежуточные опоры составляют более 80 % общего количества опор ВЛ.

Угловые опоры рассчитаны на тяжения проводов с усилиями, действующими по биссектрисе внутреннего угла, образуемого проводами в смежных пролетах; их устанавливают в местах изменения направления трассы ВЛ.

Анкерные опоры воспринимают усилия от разности тяжения проводов, направленных вдоль ВЛ; их устанавливают на прямых участках трассы в ее опорных точках, а также на пересечении с различными сооружениями. Анкерный пролет — это расстояние между двумя анкерными опорами, на которых жестко закреплены провода. Анкерные опоры могут быть промежуточными, угловыми, ответвительными или концевыми.

Ответвительные опоры предназначены для ответвлений от проводов магистральных ВЛ при необходимости электроснабжения потребителей, находящихся на некотором расстоянии от трассы.

Концевые опоры воспринимают направленные вдоль линии усилия, создаваемые нормальным односторонним тяжением проводов; их устанавливают в начале и конце ВЛ.

Количество и типы опор, необходимых для сооружения ВЛ, а также расстояния между ними (шаг опор) определяются: сложностью и конфигурацией трассы; количеством, материалами и сечением подвешиваемых проводов; климатическими условиями района; степенью населенности территории, по которой проходит трасса ВЛ; требованиями, обеспечивающими надежность и безопасность эксплуатации ВЛ.

Высота опор зависит от количества проводов, их взаимного расположения и высоты подвеса, которая складывается из габарита нижнего провода над землей, стрелы провеса этого провода и глубины зарытия опор в грунт (рис. 13).

Расстояние по вертикали от точки наибольшего провеса провода до земли называют *габаритом провода ВЛ* над землей. Кратчайшее расстояние по вертикали от провода до пересекаемого объекта называют *габаритом пересечения проводов ВЛ*.

Допускаемое кратчайшее расстояние от проводов ли-

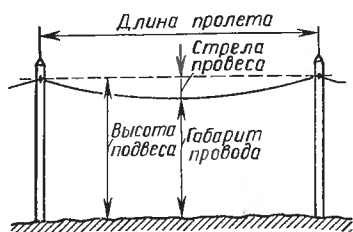


Рис. 13. Основные данные для определения высоты опор

нии до объектов (зданий, эстакад, надземных сооружений и т. п.), называют *габаритом сближения проводов ВЛ*.

Расстояние по вертикали от наинизшей точки провода в пролете до прямой, соединяющей точки крепления провода на двух смежных опорах, называют *стрелой провеса провода*. Габариты провода над землей в зависимости от напряжения ВЛ и местности, по которой проходит трасса линии, устанавливаются Правилами устройства электроустановок (ПУЭ).

Опоры для ВЛ изготавливают из дерева, металла или железобетона. Деревянные опоры широко применяют в районах, богатых лесами, но они недолговечны и поэтому их постепенно заменяют железобетонными, срок службы которых составляет 50—60 лет. Железобетонные опоры ВЛ напряжением до 1 кВ имеют коническую форму и прямоугольное или круглое сечение. Они снабжены жестким металлическим каркасом из арматурной стали, повышающим механическую прочность опоры. К арматуре каркаса железобетонных опор приварен вывод для присоединения нулевого провода линии с заземленной нейтралью.

Железобетонную опору устанавливают в блочных фундаментах и непосредственно в земле с подкладкой под нее железобетонной плиты. Работы по оснастке опор (установка траверс, штырей и изоляторов) выполняют, как правило, до их подъема и установки, что значительно облегчает труд монтажников.

По условиям механической прочности для ВЛ напряжением до 1000 В применяют однопроволочные и многопроволочные провода различных сечений: алюминиевые А — 16 мм² (не менее); сталеалюминиевые АС и биметаллические ПМС — 10 мм² (не менее); стальные многопроволочные ПС — 25 мм² (не менее); стальные однопроволочные ПСО — Ø 4 мм.

Провода ВЛ соединяют различными способами: скруткой (рис. 14, а); бандажированием (рис. 14, б); с помощью овального соединителя (гильзы) с последующей опрессовкой и сваркой концов проводов в петле (рис. 14, в); сваркой встык и последующей опрессовкой проводов вместе с шунтом в двух соединительных гильзах (рис. 14, г); сваркой встык и опрессовкой проводов с шунтом в овальной соединительной гильзе (рис. 14, д), внахлестку с опрессовкой в соединительной гильзе (рис. 14, е); болтовым сжимом (рис. 14, ж). Выбор способа соединения проводов ВЛ определяется их конструкцией

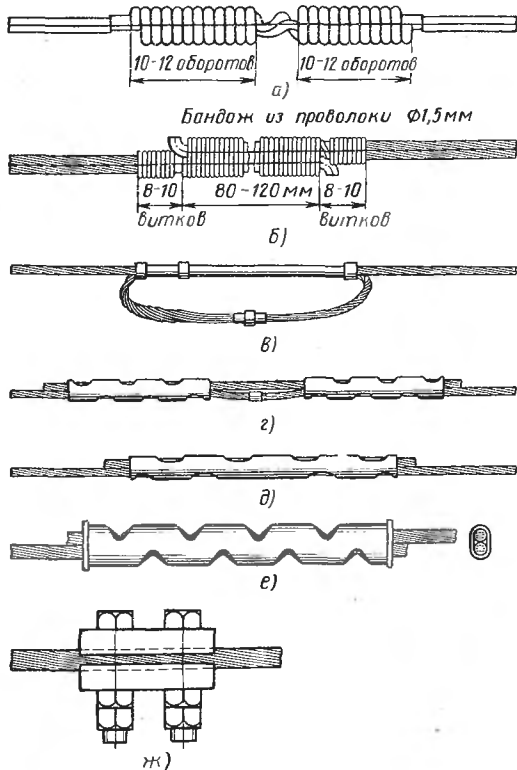


Рис. 14. Соединение проводов ВЛ:

а — скруткой, б — бандажированием, в — опрессовкой в гильзе и сваркой в петле, г — сваркой встык и опрессовкой провода в двух соединительных гильзах, д — опрессовкой провода вместе с шунтом, е — опрессовкой внахлестку в гильзе, ж — болтовым сжимом

и сечением, районом гололедности, напряжением, механическими нагрузками.

Изоляторы для крепления проводов на ВЛ выбирают с учетом расчетных нагрузок от тяжения проводов, района гололедности, давления ветра на провода и других факторов.

Для ВЛ напряжением до 1000 В применяют изоляторы ТФ (телефонный фарфоровый), РФО (радиотрансляционный фарфоровый ответвительный) и ШФН (штыревой фарфоровый низковольтный), для ВЛ напряжением 6 кВ — Ш-6 и Ш-10, а в местах анкерных креплений — подвесные П. Способы крепления проводов на штыревых изоляторах показаны на рис. 15.

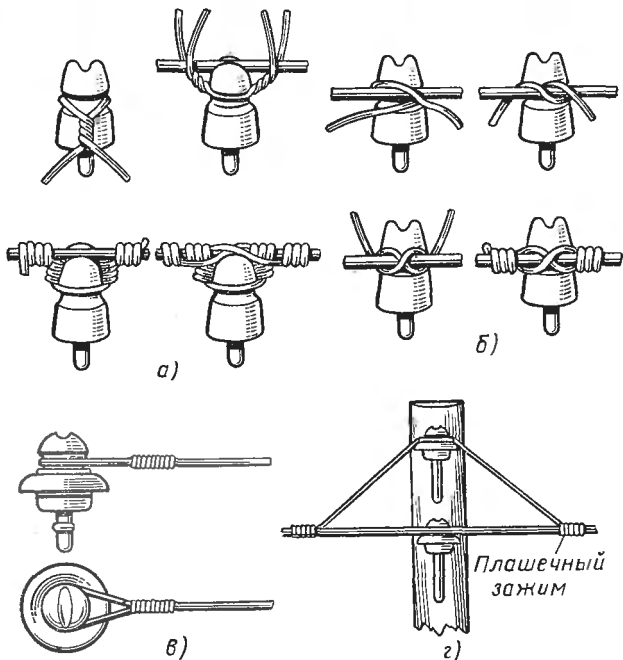


Рис. 15. Способы крепления проводов ВЛ напряжением до 1000 В на изоляторах:

а — вязкой на головке, *б* — вязкой на шейке, *в* — заглушкой, *г* — двойное

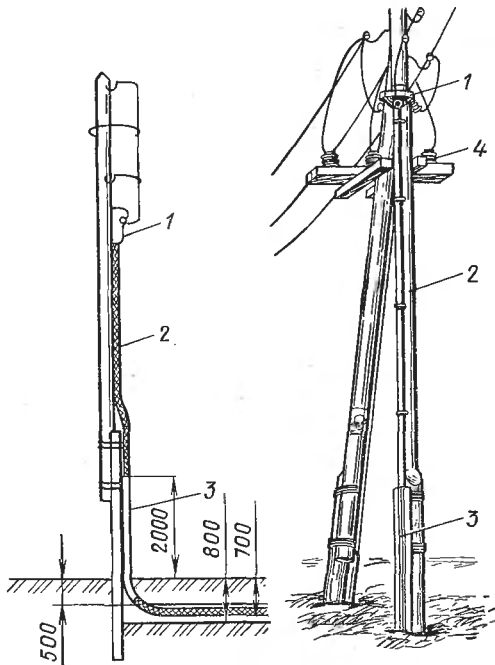
Присоединение кабелей к ВЛ вызвано необходимостью: электроснабжения потребителей от проходящей ВЛ и выполнения в этом случае кабельного ввода в ТП или РП; сооружения смешанных линий с кабельными вставками (чаще всего это бывает на участках населенной местности или при пересечении различных сооружений).

При выводе кабеля на опору ВЛ на расстоянии не менее 2 м от земли кабель защищают от механических повреждений металлической трубой, которую после установки тщательно уплотняют во избежание попадания влаги.

Минимальное расстояние от земли до концевой муфты ВЛ напряжением до 1000 В составляет 3 м, а ВЛ 6, 10 кВ — 4,5 м. Кабельные вставки на ВЛ при длине их менее 1,5 км защищают от грозовых перенапряжений

Рис. 16. Вывод кабеля на опору для присоединения к ВЛ напряжением 10 кВ:

1 — концевая муфта,
2 — силовой кабель,
3 — стальная труба,
4 — разрядник



трубчатыми и вентильными разрядниками, устанавливаемыми на обоих концах кабеля (рис. 16).

Заземляющий зажим разрядника, металлическую оболочку кабеля, а также корпус кабельной муфты соединяют между собой и заземляют.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основное оборудование, устанавливаемое в РУ и на подстанциях. Каково его назначение?

2. Какие расстояния необходимо соблюдать при подключении концевых муфт и заделок к КРУ?

3. Расскажите о вводах кабелей в РУ до 1000 В.

4. В каких случаях возникает необходимость присоединения кабелей к ВЛ?

Глава III. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

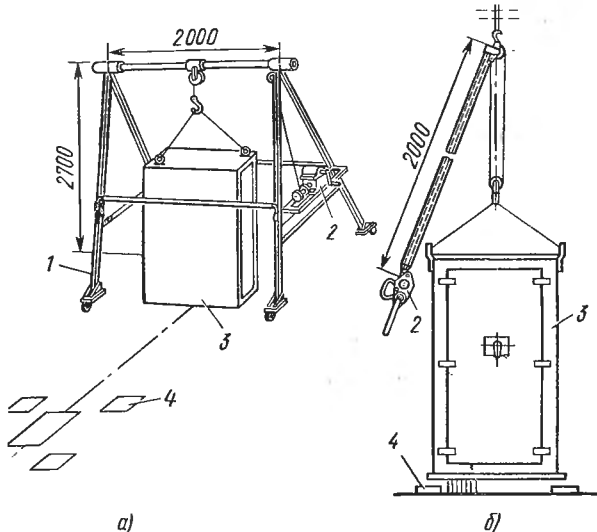
§ 9. ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ И СПОСОБЫ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

Электромонтажные работы выполняют при сборке, перемещении и установке электрооборудования, кабельных изделий и других элементов электрических установок. Эти работы производят согласно требованиям строительных норм и правил (СНиП), ПУЭ, а также правил противопожарной охраны, техники безопасности, ведомственных инструктивных указаний, монтажных инструкций заводов-изготовителей электрооборудования.

К началу работ готовят крановое оборудование и другие грузоподъемные средства. Заблаговременно в установленные сроки к месту работ доставляют электрооборудование, кабельную продукцию и материалы, предусмотренные проектной документацией.

Для электромонтажных работ применяют предварительно смонтированные вне монтажной зоны объемные посты управления, промышленные панельные электропомещения, комплектные электротехнические устройства, а также укрупненные монтажные узлы и блоки электрооборудования, электропроводок и изделий. Электромонтажные работы проводят в два этапа. На первом этапе устанавливают закладные детали в строительных конструкциях, готовят трассы электрических проводок и заземления, а также изготовляют и укрупняют блоки электрооборудования и узлы электрических сетей. На втором этапе монтируют электрооборудование, смонтированное в виде блоков и узлов по готовым трассам, и подключают кабели и провода к электрооборудованию. Блоки электрооборудования и электрических сетей заготавливают в мастерских электромонтажных заготовок (МЭЗ). В цехах промышленных предприятий электрооборудование, электрические конструкции, изделия и блоки из них устанавливают в электротехнических (подстанции, агрегатные и т. д.) или непосредственно в производственных помещениях.

Сроки и качество выполнения электромонтажных работ зависят от их механизации, рационального применения совершенных механизмов, приспособлений и инструментов.



а)

б)

Рис. 17. Приспособления для установки шкафов и пультов на фундаментах:

а, б — порталный и штанговый подъемники; 1 — рама, 2 — ручная лебедка, 3 — шкаф, 4 — закладные детали фундаментов

Основные электромонтажные работы производят с применением комплекса средств механизации, в том числе для прокладки кабелей в траншеях, каналах, производственных помещениях и кабельных сооружениях, коробах и на лотках, а также по эстакадам. Для монтажа блоков шкафов и пультов применяют приспособления, показанные на рис. 17.

Для монтажа подстанций, заземлений, прокладки кабелей и их соединения используют специализированные мастерские, смонтированные на автомобиле или автоприцепе.

Механизация ручных работ позволяет повысить производительность труда и значительно облегчает труд рабочих. Большую роль в механизации ручных процессов играют электрифицированные, пневматические и пиротехнические инструменты.

К электрифицированным инструментам относятся электрические сверлильные машины, а также различные насадки и приспособления, смонтированные на этих инструментах: прессы для оконцевания жил кабелей, приспособления для ввертывания электродов заземления, выборки борозд в строительных основаниях для про-

кладки скрытых проводов в кирпичных или гипсо-литовых перегородках.

Пневматические инструменты работают на энергии сжатого воздуха. Они предназначены для тех же целей, что и электрифицированные. В электромонтажном производстве широко применяют пневматические сверлильные и шлифовальные машины.

Наиболее совершенными являются пиротехнические инструменты, принцип действия которых основан на энергии пороховых газов. К этим инструментам относятся: прессы для оконцевания жил кабелей или объемной штамповки с образованием наконечника из однопроволочной алюминиевой жилы кабелей; ударные пиротехнические колонки для пробивки отверстий в железобетонных плитах; приспособления для соединения стальных труб. Кроме того, пиротехнические средства используют для сварки алюминиевых оболочек кабелей.

Самым распространенным пиротехническим инструментом является поршневой однозарядный пороховой пистолет ПЦ-52, позволяющий крепить конструкции или изделия к строительным основаниям дюбель-гвоздями или дюбель-винтами. Выполнение технологических опе-

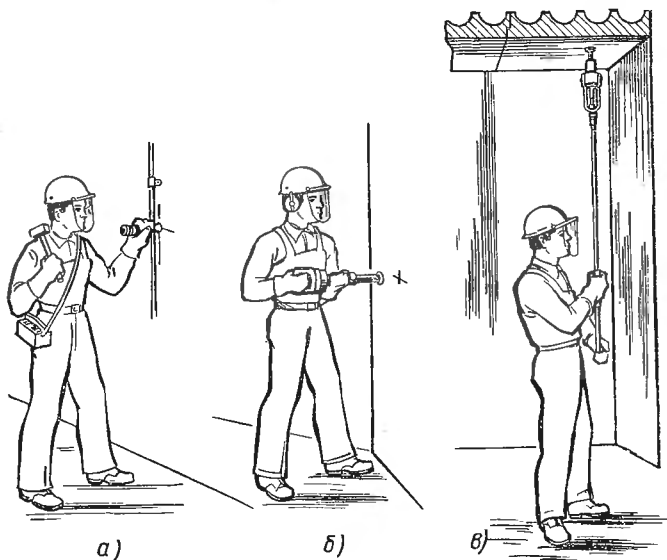


Рис. 18. Электромонтажные работы с применением пороховой оправки (а), порохового поршневого пистолета (б) и ударной пороховой колонки (в)

рации с применением пиротехнических инструментов показано на рис. 18.

Несмотря на внедрение комплексной механизации, полностью исключить ручные операции невозможно. Инструменты для различных видов ручных работ комплектуют в специальные наборы.

Значительный объем электромонтажных работ выполняют на высоте, что обуславливает необходимость применения стационарных лесов, подмостей, вышек, люлек, площадок, а также лестниц, стремянок, платформ, подъемников. В крановых пролетах цехов эти работы выполняют с кранов, подвесных люлек, тележек, инвентарных площадок, установленных на тележках или фермах мостовых кранов. Особой маневренностью обладают подъемники с гидравлическими приводами стрел, мачт, телескопов и опор. К ним относят автогидроподъемники и телескопические гидроподъемники. Например, автогидроподъемник АГП предназначен для подъема электромонтеров с инструментами и материалами на высоту 12—28 м.

§ 10. ВИДЫ ЭЛЕКТРОПРОВОДОК

Электропроводкой называют провода и кабели с относящимися к ним креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями.

Электропроводки разделяют на открытые и скрытые.

Открытая электропроводка прокладывается по поверхности стен, потолков, ферм и другим строительным элементам зданий и сооружений, опорам и выполняется на лотках, в коробах, на тросах, роликах, изоляторах, в трубах и т. д.

Скрытая электропроводка прокладывается внутри конструктивных элементов зданий и сооружений (в стенах, полах, фундаментах), а также по перекрытиям в подготовке пола, непосредственно под съемным полом и выполняется в пустотах строительных конструкций, замкнутых каналах, трубах и рукавах. По наружным стенам зданий и сооружений выполняют как открытую, так и скрытую электропроводку.

При сооружении электрических сетей для сокращения сроков их монтажа применяют магистральные, распределительные, крановые и осветительные шинопроводы. **Ш и н о п р о в о д** представляет собой комплектную электрическую сеть, состоящую из отдельных секций, соеди-

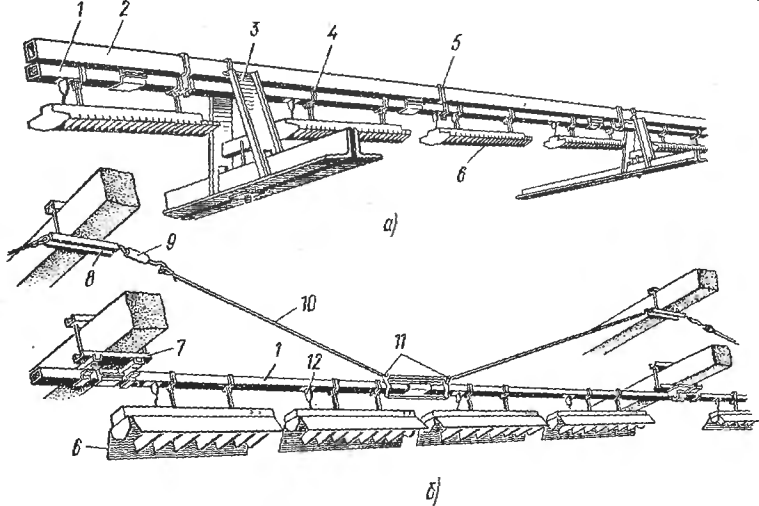


Рис. 19. Прокладка осветительных шинопроводов серии ШОС:
 а — на несущей прямоугольной трубе, б — на железобетонной балке с промежуточным тросовым креплением; 1 — шинопровод, 2 — прямоугольная труба, 3 — стойка для крепления трубы, 4, 5 — хомуты для крепления светильника и шинопровода, 6 — светильник, 7, 8 — конструкции для крепления троса и шинопровода, 9 — натяжная муфта, 10 — поддерживающий трос, 11 — тросовая двоясая подвеска, 12 — штепсель для включения светильника

няемых сваркой, болтовыми или штепсельными соединениями, а также из кожухов и материалов для изоляции мест стыков и конструкций для крепления кронштейнов, стоек, подвесок. Секции шинопровода изготовляют прямыми и фигурными (угловые и ответвительные) для обеспечения сборки электрической сети любой конфигурации.

Пример прокладки осветительного шинопровода серии ШОС приведен на рис. 19.

Открытые проводки прокладывают в коробах или на лотках. При такой прокладке значительно сокращается расход стальных труб, повышается почти в два раза производительность труда, улучшается эстетический вид проводок.

В зависимости от вида электропроводки различаются и способы ее прокладки.

Для прокладки в коробах применяют провода с резиновой и пластмассовой изоляцией и кабели с пластмассовой оболочкой, обладающие высокой жаростойкостью.

Допускается прокладывать кабели и провода в коробах вплотную друг к другу в один или несколько слоев, а также пучками. Высота слоев в одном коробе не должна превышать 150 мм, а сумма площадей поперечных сечений проводов и кабелей, прокладываемых в одном коробе, включая контрольные и резервные — 40 % внутреннего поперечного сечения короба.

На лотках провода и кабели прокладывают однослойно (однорядно) с расстоянием в свету около 5 мм и пучками в один слой (ряд), с расстояниями между пучками в свету около 20 мм или многослойно (многорядно).

Пучки проводов и кабелей на горизонтальных прямолинейных участках трассы скрепляют бандажами с расстоянием между ними не более 1,5 м. При вертикальной прокладке проводов и кабелей расстояние между креплениями должно быть не более 1 м. Провода и кабели закрепляют на расстоянии не более 0,5 м до и после поворота или ответвления их.

Кроме проводок на лотках и в коробах применяют тросовые электропроводки.

Тросовыми называют электропроводки, выполненные специальными проводами с встроенным в них стальным несущим тросом, а также проводки, выполненные установочными изолированными проводами и кабелями, свободно подвешенными или жестко закрепленными на отдельных поперечных или продольных стальных несущих тросах.

При ответвлении от тросовых проводов используют специальные коробки, в которых предусмотрены запас троса и проводов, необходимый для присоединения отходящей линии (рис. 20). Для монтажа тросовых проводок на заводах изготавливают различные изделия, в том числе натяжные муфты, анкеры, зажимы и т. д.

При монтаже крупнопанельных жилых домов применяют скрытую электропроводку в замоноличенных пластмассовых трубах, коробках и закладных элементах. Трубы и изделия устанавливают в железобетонные строительные конструкции на заводах. Пакеты проводов предварительно заготавливают на технологических линиях мастерских электромонтажных заготовок и доставляют в контейнерах на объекты. На месте монтажа готовые пакеты проводов затягивают в трубы до оклейки стен обоями и окраски полов. После этого в закладных элементах устанавливают штепсельные розетки и выключатели.

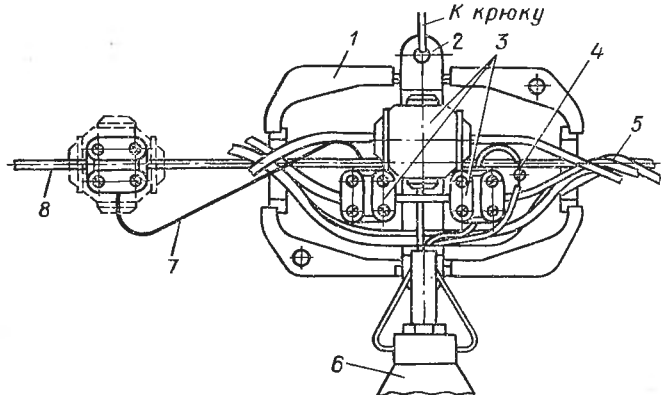


Рис. 20. Крепление светильника в тросовых электропроводках:
1 — коробка, 2 — скоба, 3 — ответвный зажим, 4 — винт заземления, 5 — тросовый провод, 6 — светильник, 7 — гибкая перемычка заземления троса, 8 — трос

Электропроводки являются одной из главных составляющих электротехнических установок (устройств). В состав осветительной установки, предназначенной для искусственного освещения объектов, входят источники света, осветительная арматура, пускорегулировочные устройства, электропроводки и РУ с аппаратами защиты и управления.

Устройство, обеспечивающее установку источника света и его защиту от внешних воздействий (влаги, пыли, механических повреждений), перераспределение его све-

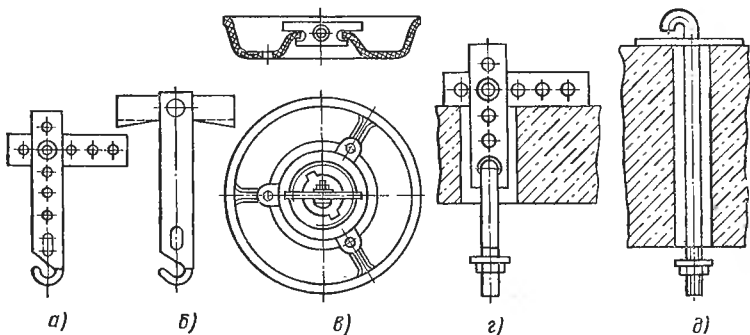


Рис. 21. Изделия для подвески светильников к потолкам:

а, б — крюки для установки в перекрытиях из пустотелых и сплошных плит, в — потолочная розетка, г, д — шпильки для крепления плафонов к перекрытиям из пустотелых и сплошных плит

тового потока и экранирование избыточной яркости, называется *осветительной арматурой*. Осветительная арматура состоит из корпуса, лампового держателя (патрона), оптической системы (отражателя, рассеивателя и т. д.), подвески и проводов для присоединения к электропроводке.

Осветительную арматуру с установленной лампой называют *светильником*.

Светильники заряжают на заводах-изготовителях и устанавливают непосредственно на строительных основаниях сооружений или на различных конструкциях: кронштейнах, тросах (см. рис. 20), крюках, шпильках и т. д. (рис. 21).

Из светильников собирают блоки, световые линии, установленные на коробах, специальных перфорированных профилях. Присоединение к магистралям ответвительных проводов выполняют опрессовкой, сваркой, сжимами и т. д.

Контрольные вопросы

1. На какие этапы подразделяют электромонтажные работы?
2. Назовите основные пиротехнические инструменты.
3. Какие бывают виды электропроводок?

Глава IV. ХАРАКТЕРИСТИКА СООРУЖЕНИЙ И ИЗДЕЛИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

§ 11. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Основным способом канализации электрической энергии на промышленных предприятиях, в городах и поселках являются кабельные линии.

Линия, предназначенная для передачи электрической энергии и состоящая из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями, называется *кабельной*. Способ прокладки кабельных линий выбирают в зависимости от величины и размещения нагрузок, плотности застройки, компоновки электротехнических помещений, наличия грунтовых вод, степени агрессивности грунтов, загрязненности окружающей среды.

Кабельные линии прокладывают в земле (траншеях) и в кабельных сооружениях (в туннелях, каналах, на эстакадах, в галереях, коллекторах и др.).

Значительное число отказов (до 40 %) — полное прекращение подачи питания по линии — происходит на линиях, проложенных в траншеях. Это объясняется механическими повреждениями (особенно землеройными механизмами), коррозией, осадками, оползнями и другими деформациями грунта. Поэтому прокладку кабелей в траншеях, несмотря на самую низкую стоимость сооружения, применяют реже, чем прокладку на эстакадах, в туннелях, коллекторах и др.

На промышленных предприятиях редко отдают предпочтение какому-либо одному способу прокладки кабелей. Обычно применяют смешанную прокладку, когда в зависимости от конкретных условий является целесообразным комбинированное использование различных способов прокладки кабелей.

Кабельные линии промышленных предприятий делят на внутрицеховые и внецеховые.

К внутрицеховым кабельным линиям относятся открытые прокладки кабелей на конструкциях, лотках, в коробах, каналах, туннелях и трубах, к внецеховым — в каналах, туннелях, блоках, траншеях, а также на эстакадах и в галереях. В городских условиях широкое распространение получила прокладка кабелей в коллекторах.

Подземное сооружение, предназначенное для общего размещения кабельных линий, теплопроводов и водопроводов, называется *коллектором*. Внутриквартальные коллекторы сооружают рядом с техническими подпольями жилых и общественных зданий.

Закрытое и заглубленное (частично или полностью) в грунт или пол непроходное сооружение, предназначенное для размещения в нем кабелей, укладку, осмотр и ремонт которых можно производить лишь при снятом перекрытии, называется *кабельным каналом*.

Закрытое подземное сооружение (коридор) с расположенными в нем опорными конструкциями для размещения на них кабелей и кабельных муфт, позволяющее производить прокладку кабелей, ремонты и осмотры кабельных линий со свободным проходом по всей длине, называется *кабельным туннелем*.

Сооружение с трубами (каналами) для прокладки в них кабелей с относящимися к нему колодцами называется *кабельным блоком*.

Надземное или наземное открытое горизонтальное или наклонное протяженное кабельное сооружение называется *кабельной эстакадой*. Кабельная эстакада может быть проходной или непроходной. Полностью или частично закрытая эстакада называется *кабельной галереей*.

Сооружение, предназначенное для прокладки кабелей, характеризуется максимальным числом силовых линий: траншея — 6, канал — 24, блок — 20, туннель — 72, эстакада — 24, галерея — 56. Основой выбора сооружения для прокладки кабелей является сравнение их стоимости по следующим удельным показателям: электрическая часть, строительная часть, монтажные работы, занимаемая территория, пропускная способность и др.

При определении размеров кабельных сооружений руководствуются нормами, приведенными в табл. 3.

Таблица 3. Наименьшие расстояния для кабельных сооружений

Характеристика	Минимальный размер, мм, при прокладке	
	в туннелях, галереях, кабельных этажах и на эстакадах	в кабельных каналах и двойных полах
Высота (в свету)	1800	Не ограничивается
Расстояние по горизонтали (в свету) между конструкциями при двустороннем их расположении (ширина прохода)	1000	300 при глубине до 0,6 м. 450 — от 0,6 до 0,9 м, 600 — более 0,9 м
Расстояние по горизонтали (в свету) от конструкции до стены при одностороннем расположении (ширина прохода)	900	То же
Расстояние по вертикали между горизонтальными конструкциями при напряжении:		
до 10 кВ	200	150
20—35 кВ	250	200
Расстояние между опорными конструкциями (консолями) по длине сооружения	800—1000	800—1000
Расстояние по вертикали и горизонтали (в свету) между одиночными силовыми кабелями напряжением до 35 кВ	Не менее диаметра кабеля	
Расстояние по горизонтали между контрольными кабелями и кабелями связи	Не нормируется	

Кабельный туннель сооружают из сборных железобетонных элементов, реже из монолитного железобетона. Снаружи туннели покрывают гидроизоляцией, чтобы исключить возможность проникновения в них грунтовых или технологических вод. Над туннелями укладывают слой земли не менее 0,5 м. В зависимости от числа кабелей устраивают двусторонние (рис. 22, а) шириной 1800 и односторонние (рис. 22, б) шириной 1500 мм кабельные туннели.

В туннелях длиной от 7 до 150 м делают не менее двух выходов, расположенных на концах туннеля; в туннелях большей протяженности расстояние между двумя ближайшими выходами принимают равным 150 м (не более). В целях противопожарной защиты такие туннели разделяют перегородками на отдельные отсеки длиной до 150 м с устройством в них дверей. В перегородках закладывают патрубки для прохода кабелей или оставляют в них щели, которые после прокладки кабелей уплотняют негорючим материалом (цемент с песком в соотношении 1 : 10, или глина с цементом и песком в соотношении 1,5 : 1 : 11, или перлит с асбестом в соотношении 1 : 2). В случаях прохода кабелей через патрубки их с обоих концов также уплотняют, например, асбестовым шнуром.

Пол туннеля выполняют с уклоном 0,5 % в сторону водоотводной канавки, которую соединяют с дренажным

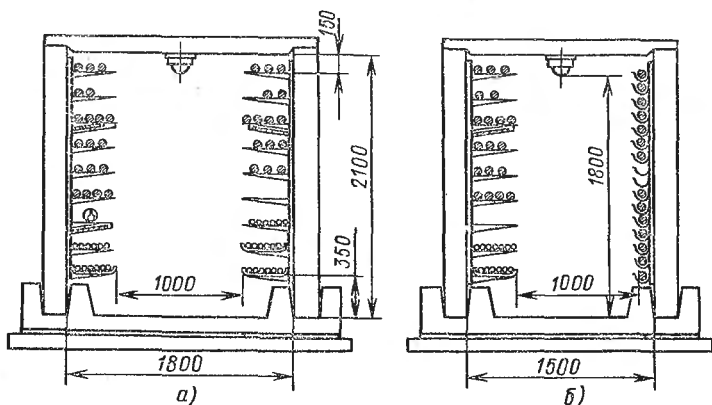


Рис. 22. Кабельные туннели:

а — двусторонний, б — односторонний

устройством. При отсутствии такого устройства через каждые 25 м в туннеле устраивают водосборные приямки размером $400 \times 400 \times 300$ мм с металлическими решетками, откуда удаляют воду.

При производстве строительных работ в стенах туннеля через 1 м устанавливают металлические закладные элементы для крепления (приварки) кабельных конструкций.

Для удаления от кабелей тепловых выделений в туннелях устраивают вентиляцию. Перепад температуры между поступающим и удаляемым воздухом в туннеле не должен превышать 10°C . Кабельные туннели оборудуют пожарной сигнализацией и противопожарными устройствами. Прокладка кабелей в туннелях считается наиболее надежной системой подземной канализации, но из-за значительной стоимости сооружения она целесообразна только при большом числе кабелей (более 40), прокладываемых в одном направлении.

§ 13. КАБЕЛЬНЫЕ КАНАЛЫ

Кабельный канал (рис. 23), как и туннель, сооружают из сборных железобетонных элементов, или монолитного железобетона. В электротехнических и производственных помещениях кабельные каналы перекрывают плитами на уровне пола помещения. На неохраемых территориях кабельные каналы выполняют подземными, заглубляя их на 300 мм и более в зависимости от нагрузок. В этих случаях вскрытие канала сопряжено со значительными земляными работами.

При пересечениях с автомобильными дорогами кабельные каналы заглубляют на 700 мм, а с железными дорогами — на 1000 мм.

Кабельные каналы защищают от попадания в них технологических и дренажных вод гидроизоляцией и др. Полы в кабельных каналах выполняют с уклоном не менее $0,5\%$ в сторону водосборника. Каналы в местах входа в здания отделяют от последних негорючими перегородками.

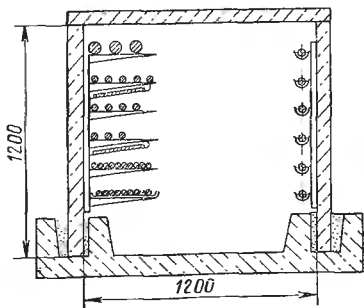


Рис. 23. Кабельный канал

Ширина каналов колеблется от 600 до 1200 мм, высота от 300 до 900 мм.

Прокладка в кабельном канале является наиболее дорогим способом подземной канализации по сравнению с прокладкой в траншеях. Однако этот способ позволяет проложить новый или заменить действующий кабель без земляных работ, обеспечивает возможность осмотров и ремонта линий в процессе эксплуатации, а также надежную защиту кабелей от механических повреждений.

На участках, где могут быть пролиты расплавленный металл, жидкости или вещества, разрушающе действующие на оболочки кабелей, сооружение кабельных каналов не допускается.

§ 14. КАБЕЛЬНЫЕ БЛОКИ

Кабельные блоки сооружают из железобетонных панелей длиной 6 м с двумя, тремя каналами внутри, асбоцементных безнапорных труб диаметром 100 мм, керамических труб диаметром 150 мм. Составными элементами блочной прокладки кабелей (рис. 24) являются блоки 1 и колодцы 2.

При прокладке в сухих грунтах блоки укладывают на бетонную подушку, а сверху их защищают слоем кирпича, во влажных грунтах боковые стенки блоков дополнительно защищают тонким слоем кирпича. В обоих слу-

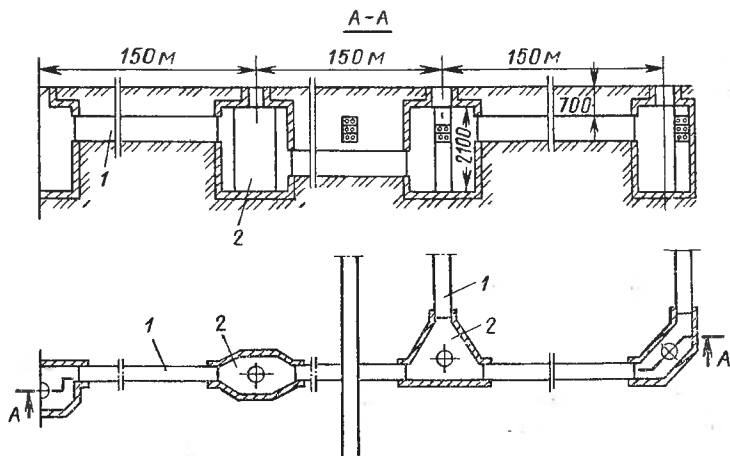


Рис. 24. Блочная канализация:

1 — блок, 2 — колодец

чаяя блоки должны иметь гидроизоляцию. Глубину заложения кабельных блоков принимают не менее 0,7 м, а при пересечении дорог не менее 1 м, в производственных помещениях эта величина не нормируется. Для надежной центровки и соединения асбоцементные трубы имеют с торцов углубления и выступы.

Во избежание попадания влаги внутрь трубы места стыка заливают цементным раствором, предварительно уложив в зазор между торцами уплотняющий жгут из пакли.

Блоки в горизонтальной плоскости укладывают прямолинейно, в вертикальной — с уклоном не менее 0,1 % в сторону колодцев. Расстояние между колодцами обычно принимают равным не более 150 м. Габариты кабельных колодцев выбирают с учетом прокладки кабелей сечением $3 \times 240 \text{ мм}^2$ с радиусом изгиба, равным 25 диаметрам кабеля и установки защитных разъемных кожухов (для муфт).

В зависимости от назначения колодцы делятся на проходные и разветвительные. Проходные колодцы делают с различными углами поворота: 90, 120, 135 и 150°. Разветвительные колодцы в зависимости от числа ответвлений могут быть тройниковыми с выходом блоков с трех сторон под различными углами (90, 120, 150 и 180°) и крестовыми с выходом блоков с четырех сторон под углом 90°. Минимальная высота колодцев принимается равной 1800 мм. Прокладка кабелей в блоках наиболее надежна, но наименее экономична по сравнению с другими видами прокладок, поэтому ее применяют в обоснованных случаях.

§ 15. КАБЕЛЬНЫЕ ЭСТАКАДЫ И ГАЛЕРЕИ

Основные несущие строительные конструкции эстакад и галерей (колонны и балки) изготовляют из железобетона или стального проката.

Эстакады (рис. 25) и галереи (рис. 26) сооружают для двусторонней и односторонней прокладки кабелей. Двусторонние эстакады применяют для 20—30 силовых кабелей, а двусторонние галереи — для 50—60.

Эстакады и галереи подразделяют на проходные, имеющие для монтажа и обслуживания площадки (мостики) и используемые для сравнительно большого числа кабелей, и непроходные. Пролеты между опорами эстакад и галереи принимают в основном 12 и реже 6 м.

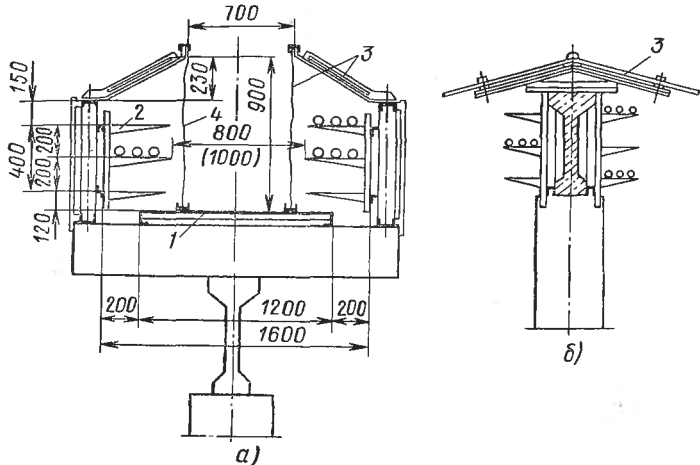


Рис. 25. Кабельная проходная (а) и непроходная (б) эстакады. 1 — настил, 2 — сборная кабельная конструкция, 3 — солнцезащитная панель (козырек), 4 — ограждение (при отсутствии солнцезащитных панелей размеры указывают в скобках)

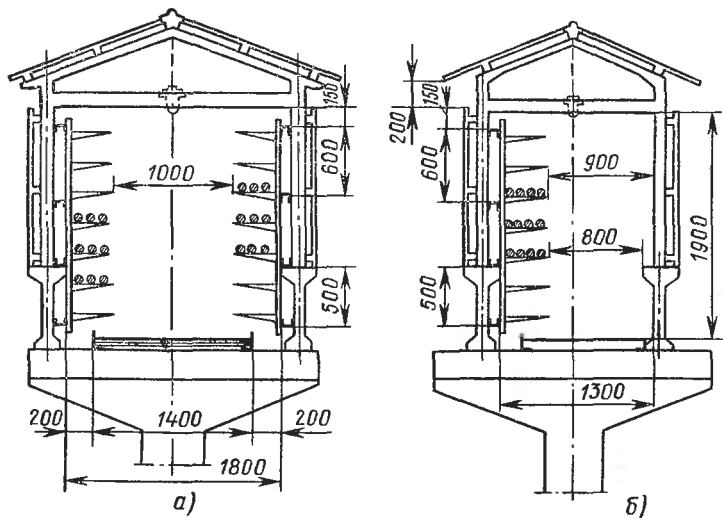


Рис. 26. Кабельные двусторонняя (а) и односторонняя (б) галереи

Проходные кабельные эстакады и галереи имеют лестничные входы, расстояние между которыми до 150 м. Полы (настилы) эстакад и галерей могут быть сплошными или решетчатыми. В полу галерей предусматривают монтажные проемы для подъема кабельных конструкций. Протяженные кабельные галереи разделяют на отсеки с расстоянием между ними не более 150 м и нестораемыми перегородками для локализации возможного пожара. Вводы эстакад и галерей примыкают непосредственно к зданию или через шахту. Входы на эстакады и галереи должны иметь двери с samozапирающимися замками.

При пересечении кабельных эстакад и галерей с другими сооружениями расстояния в свету по вертикали от низа эстакад или галерей до этих сооружений принимают равными: до головки рельса неэлектрифицированной железной дороги 5,6 м, электрифицированной — 7,1 м, до полотна автомобильной дороги — 4,5 м, до ближайших частей надземного трубопровода — 0,5 м.

При небольшом числе кабелей и наличии на трассе эстакад с технологическими трубопроводами целесообразно кабели прокладывать вместе с трубопроводами. В этом случае не требуется сооружения специальных эстакад для кабелей и выделения отдельной полосы отчуждения.

Прокладка кабелей на эстакадах и в галереях, несмотря на большую стоимость сооружений, находит все большее применение, так как обеспечивает высокую надежность эксплуатации кабелей, возможность быстрой замены и ремонта кабелей, лучший отвод тепловыделений благодаря естественной вентиляции.

§ 16. КОЛЛЕКТОРЫ

Коллекторы сооружают из железобетонных элементов круглого (рис. 27, а) и прямоугольного (рис. 27, б) сечений.

Замкнутое прямоугольное сечение коллекторов выполняют из четырех сборных железобетонных элементов: стеновых блоков Г-образной формы, плоской плиты, днища и блока перекрытия. Для защиты от проникновения грунтовых вод стены коллектора оклеивают двумя слоями пергамина и защищают стенкой толщиной в полкирпича. Соединительные швы между блоками уплотняют и заделывают цементным раствором. Для ввода в коллектор кабельных линий устраивают камеры,

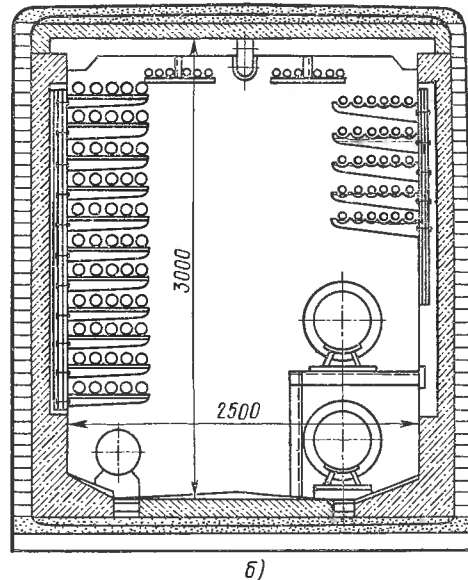
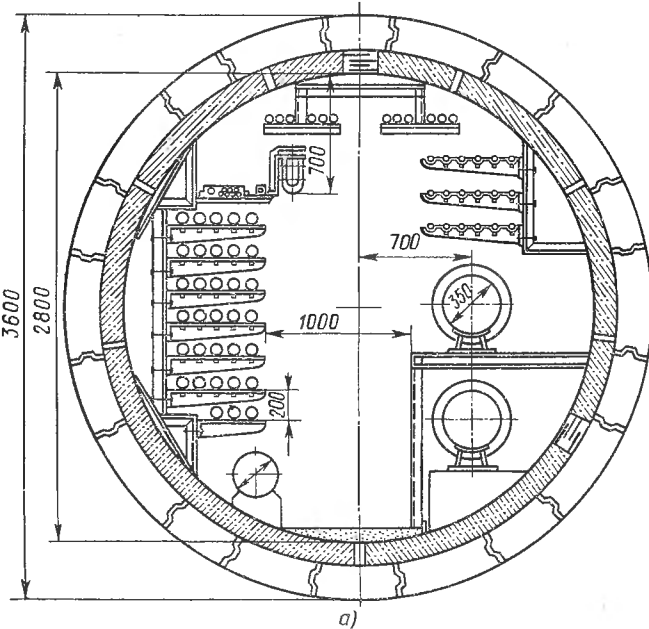


Рис. 27. Конструкции коллекторов с кабелями и коммуникациями:
 а, б — круглого и прямоугольного сечения

с тем чтобы не закрывать проход эксплуатационному персоналу.

Коллекторы круглого сечения сооружают, как правило, на глубине более 5 м с помощью щитов (закрытый способ).

Размеры коллектора определяют в зависимости от числа и вида размещаемых в нем коммуникаций. В двустороннем коллекторе трубопроводы располагают внизу на одной стороне прохода с кабелями связи, водопровод с силовыми кабелями — на другой, кабельные линии — над водопроводом. В одностороннем коллекторе сверху прокладывают силовые кабели, под ними кабели связи, отделяемые от силовых горизонтальной перегородкой, внизу — водо- и теплопроводы.

Для обеспечения эксплуатации коллектора, контроля за температурой воздуха в нем, работой вентиляционных и насосных установок, автоматическое управление осуществляют с диспетчерского пункта, оборудованного телефонной связью, сигнализацией и дистанционным включением.

§ 17. КАБЕЛЬНЫЕ ТРАНШЕИ

Кабельная канализация в траншеях (в земле) является наиболее простой и дешевой по сравнению с другими способами прокладки. Она экономична, так как токовая нагрузка кабелей, проложенных в земле, выше, чем кабелей, проложенных открыто на воздухе. Однако такой вид прокладки используют для сравнительно небольшого числа кабелей, так как он недостаточно надежен. Прокладка кабелей в траншеях целесообразна только в тех случаях, когда не требуется прокладка дополнительных кабелей, поскольку это связано со вскрытием траншеи и отключением ранее проложенных кабелей. Ширину траншеи рассчитывают с учетом прокладки в ней не более шести силовых кабелей напряжением до 10 кВ или до трех кабелей напряжением 20—35 кВ. При большем числе кабелей сооружают две параллельные траншеи с расстоянием между ними 1,2 м. При рытье траншей необходимо соблюдать геодезическую разбивку трассы — вертикальные отметки дна траншеи, привязку траншеи к различным ориентирам и т. д.

Ширина кабельных траншей, расход материалов и объем земляных работ приведены в табл. 4., а мини-

Таблица 4. Кабельные траншеи

Тип траншеи	Ширина траншеи А, мм (см. рис. 28)	Количество плит на 1 км траншеи размером, мм				Объем земляных работ на 1 км траншеи, м ³
		250 × 500	400 × 600	550 × 900	кирпича, шт.	
1	150	—	—	—	4200	135
2	300	2000	—	—	8300	270
3	400	—	1660	—	12 000	360
4	500	4000	—	—	16 000	450
5	600	—	—	1110	20 000	540
6	800	6000	—	—	24 000	720
7	1000	—	—	1820	32 000	900

Примечания: 1. Защиту кабелей напряжением 20—35 кВ от механических повреждений выполняют железобетонными плитами, напряжением до 10 кВ — кирпичом или плитами. 2. Объем земляных работ приведен для траншей с отвесными стенками.

мальные расстояния между кабелями, прокладываемыми в них, — на рис. 28.

Траншея должна быть по возможности прямолинейной, в местах изменения направления трассы и на поворотах необходимо предусматривать некоторое расширение ее для обеспечения необходимого радиуса закругления кабеля при прокладке.

После рытья траншей в местах пересечений и сближений трассы с дорогами, подземными коммуникациями и сооружениями трубы укладывают и присыпают их землей; готовят проходы для вводов в здания через

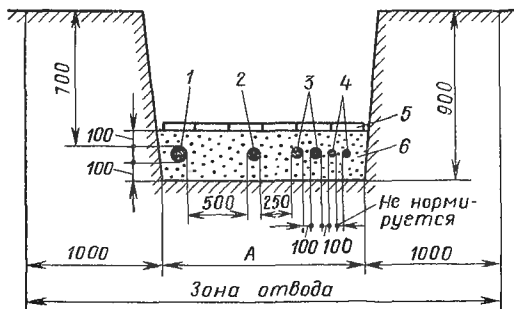


Рис. 28. Минимальные расстояния между кабелями, прокладываемыми в траншеях:

1 — кабель напряжением 10 кВ, относящийся к другой коммуникации, 2 — кабель напряжением 20–35 кВ, 3 — кабель напряжением 10 кВ, 4 — контрольный кабель, 5 — железобетонные плиты или кирпич, 6 — песок

фундаменты и стены и заделывают в них трубы; подсыпают мелкую землю толщиной 100 мм на дно траншей и заготавливают вдоль трассы кирпич или железобетонные плиты.

Для защиты кабелей в местах пересечений и сближений с инженерными сооружениями рекомендуется применять бетонные, железобетонные, керамические, чугунные или пластмассовые трубы.

При пересечении и сближении кабельной трассы с электрифицированными железными дорогами и трамвайными путями во избежание действия блуждающих токов на кабели необходимо применять трубы из изолирующих материалов (керамические, пропитанные гудроном или битумом, асбоцементные, пластмассовые).

Внутренний диаметр труб принимают не менее полуторакратного наружного диаметра кабеля, а для кабелей с однопроволочными алюминиевыми жилами — не менее двукратного диаметра. Наименьший допускаемый диаметр труб — 50 мм при длине трубопровода до 5 м, 100 мм — при большей длине.

Для предохранения от скопления в трубах воды их укладывают прямолинейно по выровненному и утрамбованному дну траншеи с уклоном не менее 0,2 %. Соединения труб уплотняют, а их концы временно закрывают пластмассовыми или деревянными заглушками.

§ 18. СПОСОБЫ УСТРОЙСТВА КАБЕЛЬНЫХ ПЕРЕХОДОВ

Прокладку трубопроводов для кабелей осуществляют: без разрытия траншей; разрушения бетонного основания и асфальтового покрытия; нарушения движения транспорта горизонтальным бурением, продавливанием и проколом.

При горизонтальном способе бурения для образования скважин применяют широколопастный бур, вращающийся от электродвигателя или бензинового двигателя с редуктором. В полученной от бурения скважине прокладывают стальную трубу диаметром 100—150 мм, в которую затягивают кабель.

Способ продавливания заключается в том, что трубу из открытого котлована вдавливают в землю мощным гидравлическим прессом. На конец стальной толстостенной трубы с внутренним диаметром 100 мм надевают заостренный наконечник. По мере продвижения трубы

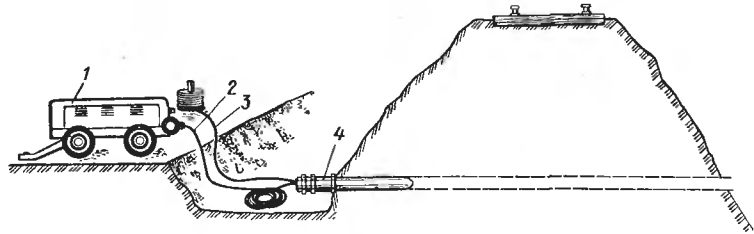


Рис. 29. Прокол грунта пневмопробойником:

1 — компрессор, 2 — шланг высокого давления, 3 — трос, 4 — пневмопробойник

в грунт к ней присоединяют последующие трубы до окончания продавливания по всей длине.

Прокол производят пневмопробойником, приводимым в действие от компрессорной станции. Пневмопробойник имеет форму цилиндра длиной 1500 мм, заостренного с одной стороны (рис. 29). В хвостовой части пневмопробойника имеется патрубок, к которому присоединяют шланг 2 со сжатым воздухом. Внутри цилиндра размещен свободно движущийся поршень, совершающий возвратно-поступательное движение под действием сжатого воздуха. При движении вперед поршень ударяет в передний внутренний торец корпуса, забивая его в грунт. В образуемую скважину затягивается труба.

Требования к механизмам для выполнения кабельных переходов сводятся к минимальным трудозатратам при достаточной скорости, максимальной длине и точности проходки.

§ 19. КАБЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

В производственных помещениях и кабельных сооружениях применяют различные конструкции для прокладки кабелей и проводов. Установка конструкций на объекте составляет значительный объем электромонтажных работ, поэтому конструкции должны отвечать высокой степени сборности и иметь незначительную массу. Кабельные конструкции выпускают в нормальном и химически стойком исполнениях (оцинкованные или окрашенные химически стойкими лаками).

Сборные кабельные конструкции (рис. 30) предназначены для прокладки электрических кабелей, а также установки на них лотков и коробов. Их устанавливают вдоль стен помещений, каналов, туннелей, ко-

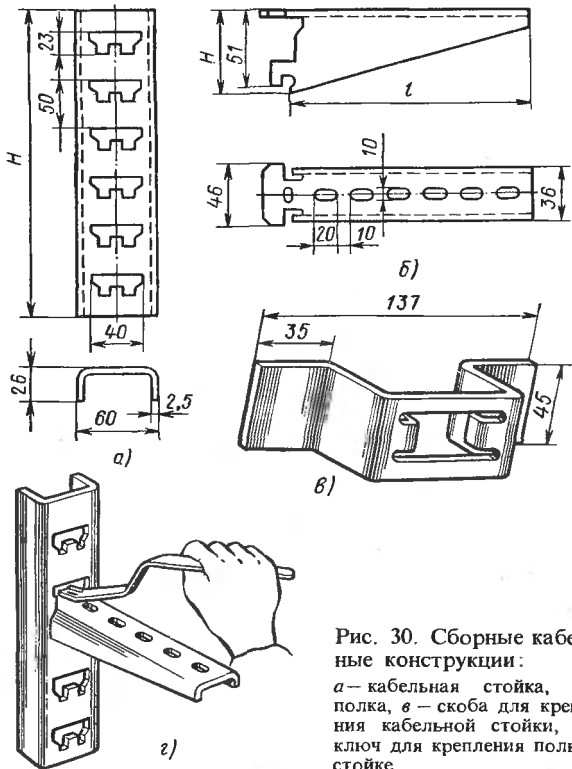


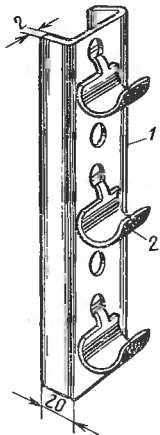
Рис. 30. Сборные кабельные конструкции:

а — кабельная стойка, б — полка, в — скоба для крепления кабельной стойки, г — ключ для крепления полки к стойке

лодцев и других строительных сооружений. Расстояние между кабельными конструкциями на горизонтальных участках трассы 0,8—1 м, на вертикальных — 2 м.

В состав кабельной конструкции входят стойки, полки, скобы и ключ. Стойки изготовляют высотой H 400—1800 мм (рис. 30, а) из листовой стали с перфорацией, которая имеет шаг 50 мм, что позволяет устанавливать полки с расстояниями между ними 100, 150 мм и т. д. Кабельная конструкция не требует приварки полок к стойкам. Полка вставляется в стойку и механически закрепляется ключом. Надежность механического сцепления полки со стойкой обеспечивает необходимый электрический контакт для заземления полок. Стойки прикрепляют к строительным основаниям скобами пристрелкой или приваркой к закладным деталям.

Для получения кабельной конструкции необходимой высоты стойки можно стыковать между собой по верти-



кабли в любом сочетании. Полки изготавливают длиной (вылетом l) 160—450 мм (рис. 30, б), что позволяет комплектовать стойку с полками разной длины.

Для прокладки одиночных кабелей применяют кабельные конструкции, состоящие из перфорированных швеллеров и закладных подвесок (рис. 31), которые вставляют в отверстие перфорации швеллера узкой стороной хвостовика и поворачивают их на 90° . Подвески изготавливают трех типоразмеров для кабелей с наружным диаметром 20, 35 и 50 мм.

Для крепления кабелей к различным основаниям применяют однолапчатые и двухлапчатые скобы (рис. 32).

Лотки применяют для прокладки силовых и контрольных кабелей и проводов напряжением до 1000 В и изготавливают из перфорированного гнутого

Рис. 31. Кабельные конструкции для одиночных кабелей:

1 — перфорированный швеллер, 2 — закладная подвеска

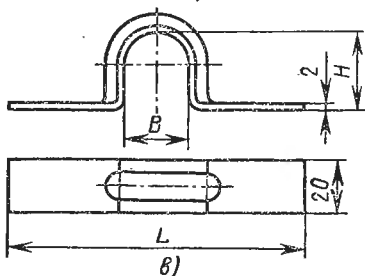
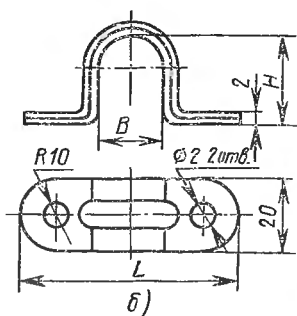
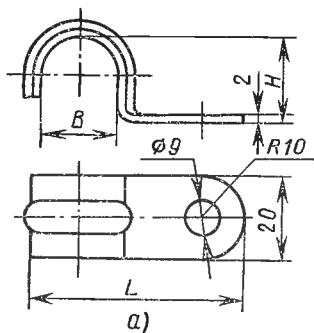


Рис. 32. Скобы для кабелей:

а, б — однолапчатая и двухлапчатая для крепления винтами или болтами, в — двухлапчатая под пристрелку

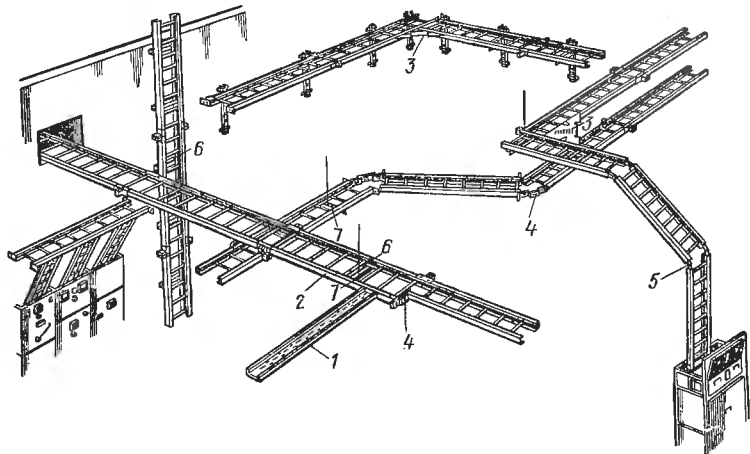


Рис. 33. Лотки:

1, 2 — прямые шириной 50, 100 или 200, 400 мм, 3 — угловые, 4, 5 — переходные и шарнирные соединители, 6 — прижимы, 7 — подвески

металлического листа. Ширина лотка 50, 100, 200 и 400 мм, длина 2 м. В номенклатуру лотков входят готовые для сборки элементы, обеспечивающие создание трассы с необходимыми поворотами и разветвлениями в горизонтальной и вертикальной плоскостях (рис. 33).

Соединение лотков выполняют болтами, благодаря этому обеспечивается надежная электрическая цепь, необходимая для сети заземления. Крепят лотки на кронштейнах, подвесках и сборных кабельных конструкциях. Лотки, установленные на опорных конструкциях, крепят так, чтобы была исключена возможность сползания, опрокидывания и падения их.

При пересечении лотков с другими коммуникациями лотки прокладывают с отступом от стен, если это невозможно, выполняют обходы.

Короба имеют назначение, аналогичное лоткам.

Для прямых участков трассы применяют прямой короб, для разветвления на четыре направления — крестообразный, для изменения направления трассы в горизонтальной и вертикальной плоскостях — угловой, для ввода в электротехнические устройства — присоединительный. Кроме того, в комплект короба входят: торцовая заглушка для закрывания конца короба и зажим для фиксации проводов и кабелей. Короба изготавливают однока-

нальными длиной 2 и 3 м и рассчитывают на равномерно распределенные нагрузки (расстояние между местами крепления 3 м).

Короба рассчитаны на укладку в них проводов и кабелей с радиусом изгиба до 50 мм.

Контрольные вопросы

1. Перечислите преимущества и недостатки туннелей и каналов.
2. Каковы конструкция и назначение коллекторов?
3. Перечислите преимущества и недостатки блочной канализации.
4. Почему стали реже применять прокладку кабелей в траншеях?
5. Почему находит широкое распространение прокладка кабелей на эстакадах и в галереях?
6. Каково назначение сборных кабельных конструкций?

Глава V. КОНСТРУКЦИИ СИЛОВЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ

§ 20. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

К а б е л ь представляет собой одну или несколько изолированных и скрученных между собой жил, заключенных в герметичную оболочку, поверх которой могут быть наложены защитные покровы для различных условий прокладки (рис. 34).

По назначению кабели подразделяют на силовые и контрольные. Силовые кабели предназначены для пере-

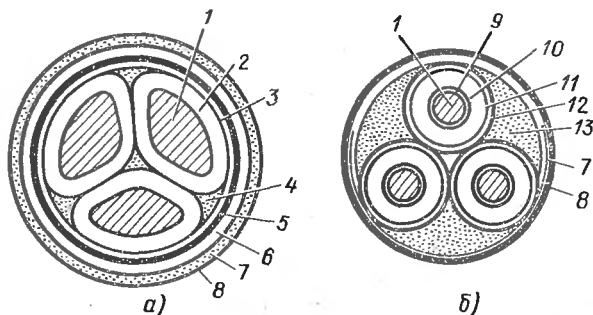


Рис. 34. Конструкции трехжильных электрических кабелей:

а — с поясной изоляцией, б — с отдельно оцинкованными жилами; 1 — жила, 2 — изоляция жилы, 3 — поясная изоляция, 4 — межфазные заполнения, 5 — свинцовая или алюминиевая оболочка, 6 — подушка под броней, 7 — броня, 8 — наружный защитный покров, 9, 11 — экраны из полупроводящей бумаги, 10 — бумажная изоляция, 12 — свинцовая оболочка, 13 — джутовое заполнение

дачи и распределения электрической энергии к различным токоприемникам и РУ, контрольные — для присоединения к электрическим приборам, аппаратам и сборкам зажимов (в сетях управления, сигнализации и автоматизации).

По виду изоляции и оболочки кабели подразделяют на следующие группы: с пропитанной бумажной изоляцией в металлической оболочке; с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом, в металлической оболочке; с пластмассовой изоляцией в пластмассовой или металлической оболочке; с резиновой изоляцией в пластмассовой, резиновой или металлической оболочке.

Кроме того, в каждой группе кабели подразделяют по номинальному напряжению, сечению, числу и материалу жил и типу защитного покрова.

Кабели изготавливают на номинальное напряжение 0,66; 1; 3; 6; 10; 20 и 35 кВ (кабели напряжением выше 35 кВ не рассматриваются) и сечениями токопроводящих жил 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 625; 800 и 1000 мм². Кабели и их конструктивные элементы изготавливают в соответствии с действующими государственными стандартами (ГОСТ), отраслевыми стандартами (ОСТ) и техническими условиями (ТУ).

§ 21. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КАБЕЛЕЙ

Токопроводящие жилы изготавливают из медной проволоки марок ММ (мягкая) и МТ (твердая) и алюминиевой марок АМ (мягкая), АПТ (полутвердая), АТ (твердая) и АТП (повышенной твердости).

Проволоку скручивают в стренгу (часть гибкой многопроволочной жилы, скрученная из нескольких проволок) или в жилу. При правильной скрутке проволока в жиле, в стренге, а также стренги в жиле должны прилегать друг к другу, при этом не должно быть перекрещиваний проволок или стренг, расположенных в одном повиве.

В зависимости от условий прокладки алюминиевые и медные жилы изготавливают различной гибкости и делят на шесть классов. В связи с этим жилы могут быть однопроволочными или многопроволочными. Для неподвижной прокладки применяют жилы I, II и III классов, для подвижной — более гибкие жилы IV, V и VI классов.

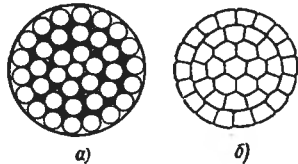


Рис. 35. Круглая токопроводящая жила:

a — неуплотненная, *б* — уплотненная

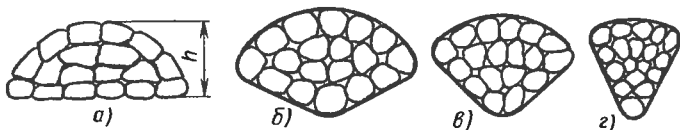


Рис. 36. Уплотненная токопроводящая жила:

a — сегментная для двухжильного кабеля, *б* — секторная для трехжильного кабеля, *в* — секторная (рабочая) для четырехжильного кабеля, *г* — секторная (нулевая) для четырехжильного кабеля

Для силовых кабелей стационарной прокладки изготовляют жилы круглой (рис. 35) или фасонной (секторной или сегментной) формы (рис. 36).

Применение секторных и сегментных жил вместо круглых приводит к уменьшению диаметра кабеля на 20—25 % и соответственно к сокращению расхода материалов на изоляцию, оболочку и защитные покровы. Экономия материалов также достигается уплотнением жил, которое выполняется на специальных вальцах. Жилы одножильных кабелей всех сечений и многожильных кабелей до 16 мм² изготовляют круглой формы, а жилы кабелей с поясной изоляцией сечением 25 мм² и более — секторной или сегментной формы.

Применение однопроволочных алюминиевых жил сечением до 240 мм² уменьшает стоимость кабелей (исключается скручивание отдельных проволок), но одновременно увеличивает общую жесткость кабелей, что создает определенные трудности при их прокладке, особенно в зимнее время. В обозначение кабелей с однопроволочными жилами после цифры, указывающей сечение, добавляют буквы ож (в скобках).

В связи с дефицитом меди применение кабелей с медными жилами значительно ограничено и в каждом конкретном случае требует обоснования. Для изготовления токопроводящих жил кабеля в основном применяют алюминий. Сопротивление алюминиевого провода при одинаковом сечении в 1,65 раза больше медного, поэтому для передачи по кабелю одинаковой мощности при

одном и том же напряжении сечение токопроводящей жилы следует брать больше медной. Кроме того, у алюминиевых токопроводящих жил более низкий предел текучести и большая теплоемкость по сравнению с медными.

Надежная работа кабеля в значительной мере зависит от качества изоляции.

Изоляция должна иметь такую электрическую прочность, чтобы возможность электрического пробоя ее при напряжении, на которое рассчитан кабель, была исключена.

Для изолирования жил кабелей между собой и от наружных металлических оболочек применяют бумажную, пластмассовую и резиновую изоляцию.

Бумажная пропитанная изоляция жил кабелей имеет высокие электрические характеристики, продолжительный срок службы, сравнительно высокую допустимую температуру и невысокую стоимость; благодаря этому она находит наибольшее применение. К недостаткам бумажной изоляции следует отнести ее гигроскопичность, которая обуславливает необходимость тщательного изготовления и полной герметичности оболочек и муфт кабелей.

Для силовых кабелей напряжением до 35 кВ изготавливают изоляцию марок К-080, К-120 и К-170 из однослойной кабельной бумаги на основе сульфитной целлюлозы толщиной 80, 120 и 170 мкм и четырехслойной — марок КМ-120 и КМ-170.

Жилы обматывают бумажными непропитанными лентами. Наиболее распространенным способом наложения лент является обмотка с зазором (рис. 37). Наличие зазора между лентами позволяет в некоторых пределах изгибать кабель без опасности повреждения бумажной изоляции. Во избежание ухудшения электрических характеристик изоляции зазоры между витками соседних лент, расположенных сверху (по вертикали), не должны совпадать. Однако при наложении большого количества лент не удастся избежать совпадений зазоров, поэтому число совпадений нормируется. Допускается не более трех совпадений лент бумаги в изоляции жила — жила или жила — оболочка (экран) в

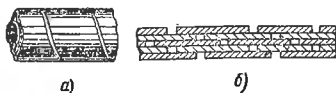


Рис. 37. Обмотка с зазором.

а — положение бумажных лент и зазоров по периметру, б — нормальное перекрытие зазоров бумажными лентами между витками нижележащих лент

кабелях напряжением 6 кВ, не более четырех — для кабелей 10 кВ, не более шести — для кабелей 35 кВ.

Наложение бумажной изоляции должно быть плотным, без складок и морщин, так как их наличие приводит к образованию пустот, воздушных включений, снижающих надежность кабелей. Толщина изоляционного слоя нормируется ГОСТами на силовые кабели; она зависит от номинального напряжения и сечения жил кабеля. Для увеличения электрической прочности на поясную изоляцию кабелей напряжением 6 и 10 кВ, на жилы и поверх изоляции кабелей напряжением 20 и 35 кВ накладывают экран из электропроводящей бумаги.

В многожильных кабелях верхние ленты изоляции жил имеют цифровое обозначение или отличительную расцветку.

При цифровом обозначении на верхнюю ленту первой жилы наносят цифру 1, второй — 2, третьей — 3, четвертой — 4.

При отличительной расцветке номеру 1 соответствует белый или желтый, номеру 2 — синий или зеленый, номеру 3 — красный или малиновый, номеру 4 — коричневый или черный цвет.

Изолированные жилы многожильных кабелей скручивают, заполняя промежутки между ними до получения круглой формы. На скрученные изолированные жилы накладывают поясную изоляцию бумажными лентами определенной толщины.

Бумажную изоляцию кабелей вначале сушат, а затем пропитывают маслосиликоновыми составами: МП-1 для кабелей напряжением 1—10 кВ и МП-2 — напряжением 20—35 кВ. Пропиткой достигают увеличения электрической прочности бумажной изоляции.

Пластмассовую изоляцию для силовых кабелей изготавливают из полиэтилена или поливинилхлорида (ПВХ).

Полиэтилен обладает хорошими механическими свойствами в широком интервале температур, стойкостью к действию кислот, щелочей, влаги и высокими электроизоляционными характеристиками. В зависимости от способа получения и применяемых добавок различают полиэтилен низкой и высокой плотности. Полиэтилен высокой плотности имеет большие по сравнению с полиэтиленом низкой плотности температуру плавления и механическую прочность. Введение в полиэтилен органических перекисей и последующая вулканизация значи-

тельно повышается его температуру плавления и стойкость к растрескиванию. Вулканизированный полиэтилен незначительно деформируется при 150 °С. Для получения самозатухающего полиэтилена в него вводят специальные добавки. Для электропроводящих экранов кабелей с полиэтиленовой изоляцией в полиэтилен добавляют полиизобутилен, ацетиленовую сажу и стеариновую кислоту.

Поливинилхлорид представляет собой твердый продукт полимеризации, не распространяет горения. Для повышения эластичности и морозостойкости ПВХ в него добавляют пластификаторы для улучшения электроизоляционных характеристик — каолин, тальк, карбонат кальция, для получения цветного ПВХ — вводят окрашивающие добавки.

Под воздействием температуры, солнечной радиации, различных сред ПВХ стареет за счет улетучивания пластификатора, т. е. происходит снижение эластичности и хладостойкости.

Резиновая изоляция состоит из смеси каучука (натурального или синтетического), наполнителя, мягчителя, ускорителя вулканизации, противостарителя, красителя и др. Для изоляции кабелей применяют резину РТИ-1 (35 % каучука). К преимуществам резиновой изоляции относятся ее гибкость и практически полная негигроскопичность. К недостаткам резиновой изоляции относится ее более высокая стоимость, более низкая рабочая температура жилы (65 °С) по сравнению с другими видами изоляции, что снижает допустимую нагрузку на кабель. Кроме того, у изоляционных резин наблюдается с течением времени значительное снижение эластичности и других физико-механических свойств. Старение резиновой изоляции происходит под воздействием различных факторов (повышенная температура, наличие озона, свет и т. п.) и является в основном следствием окислительной деструкции (разрушения) содержащегося в резине каучука.

Для защиты изоляции жил от воздействия света, влаги, различных химических веществ, а также для предохранения ее от механических повреждений кабеля снабжают оболочками.

Лучшими материалами для оболочек кабелей в отношении герметичности и влагонепроницаемости, гибкости и теплостойкости являются металлы (свинец, алюминий). Кабели с невлагоемкой (пластмассовой или резиновой)

изоляция не нуждаются в металлической оболочке, поэтому их обычно изготавливают в пластмассовой или резиновой оболочке. Толщина оболочки нормируется и зависит от материала, из которого она изготовлена, диаметра кабеля и условий эксплуатации.

Свинцовые оболочки изготавливают из свинца марки С-3 (содержание чистого свинца не менее 99,95%). Свинец принадлежит к числу весьма тяжелых металлов (плотность 11340 кг/м³). Температура плавления свинца 327,4°C. Свинец обладает малой механической прочностью и значительной текучестью, что приходится учитывать при вертикальных прокладках кабелей в голой свинцовой оболочке. С повышением температуры текучесть свинца увеличивается.

Нормальный электрохимический потенциал свинца равен — 0,13 В. Вследствие этого свинец обладает малой химической активностью и высокой коррозионной стойкостью. Значительным недостатком свинцовых оболочек является их малая стойкость против вибрационных нагрузок, особенно при повышенной температуре. Повышения вибростойкости и механической прочности оболочек достигают введением в свинец присадки из сурьмы. Свинцовые оболочки не должны иметь рисок, царапин и вмятин, выводящих их за пределы минимальных допусков по толщине.

Алюминиевые оболочки изготавливают методом их выпрессовывания из алюминия А-5 чистотой не ниже 99,97%. Плотность алюминия составляет 2700 кг/м³, а предел прочности 39,3—49,1 МПа. Алюминиевые оболочки в 2—2,5 раза прочнее и в 4 раза легче, чем свинцовые, имеют повышенную стойкость к вибрационным нагрузкам и обладают высокими экранирующими свойствами.

К числу основных недостатков алюминиевых оболочек следует отнести большие технологические трудности наложения их на кабель и малую устойчивость против электрохимической коррозии, что объясняется высоким нормальным отрицательным потенциалом алюминия (–1,67 В).

Коррозия сводится к вытеснению из среды, с которой соприкасается алюминий, ионов водорода и переходу самого алюминия в виде ионов в раствор. Поэтому кабели с алюминиевыми оболочками защищают особо стойкими против гниения покровами, не пропускающими к оболочке влагу.

Пластмассовые оболочки изготавливают из шлангового ПВХ пластика или полиэтилена. Шланговый пластикат отличается от изоляционного соответствующим подбором пластификаторов и стабилизаторов, обеспечивающих большую стойкость против светового старения. Для оболочек кабелей применяют ПВХ пластикат марки О-40. Оболочки кабелей из ПВХ пластика при температуре ниже допустимой становятся жесткими и при ударе могут разрушаться.

Достаточная механическая прочность ПВХ пластика позволяет широко применять кабели в оболочке без защитных покровов (не распространяет горения, влаго- и маслостоек, стоек к электрической и химической коррозии). Кабели в такой оболочке просты в производстве и удобны в монтаже.

Полиэтиленовые оболочки кабелей обладают высокими физико-химическими свойствами, малой влагопроницаемостью и стойкостью против электрической и химической коррозии. Кроме того, пластмассовые оболочки сочетают легкость, гибкость и вибростойкость. Однако через пластмассу постепенно диффундируют водяные пары, что приводит к падению сопротивления изоляции кабелей. Поэтому их применяют в кабелях с негигроскопичной изоляцией из полиэтилена, ПВХ и др.

Резиновые оболочки изготавливают из маслостойкой резины РШН-2, не распространяющей горения. Резиновые оболочки обладают высокой стойкостью к растягивающим, ударным и крутящим нагрузкам. Резина РШН-2 маслостойка. В качестве наполнителей резин применяют технический углерод (сажу), который защищает ее от действия солнечной радиации.

Защитные покровы состоят из подушки, брони и наружного покрова и предназначены для защиты кабелей от механических повреждений и коррозии. В обозначение марки кабеля, не имеющего защитного покрова поверх оболочки, добавляется буква Г.

Подушка кабеля представляет собой концентрические слои волокнистых материалов и битумного состава или битума поверх оболочки. Она предназначена для предохранения оболочек кабеля от повреждения лентами или проволоками брони и защиты ее от коррозии и не имеет обозначения. Усиленную подушку с дополнительной обмоткой двумя пластмассовыми лентами, обеспечивающую защиту от коррозии и блуждающих токов, маркируют буквой Л. Для повышения стойкости против

коррозии подушки поддушку изготавливают с двумя слоями пластмассовых лент и маркируют цифрой и буквой — 2л.

Для повышения коррозионно- и влагостойкости подушки поверх лент из ПВХ пластика (или другого равноценного материала) накладывают слой выпрессованного полиэтилена или ПВХ пластика. В маркировке этот тип подушки обозначают буквами п (полиэтилен) и в (ПВХ пластикат). Защитные покровы без подушки маркируют буквой б. Минимальная толщина подушки зависит от конструкции, диаметра кабеля и составляет 1,5—3,4 мм.

Броня служит для защиты кабелей от механических повреждений. Для кабелей, не подвергающихся в процессе эксплуатации растягивающим усилиям, применяют ленточную броню. Она состоит из двух стальных лент толщиной от 0,3 до 0,8 мм (в зависимости от диаметра кабеля по оболочке) и накладывается так, чтобы верхняя лента перекрывала зазоры витками нижней ленты. Для кабелей, подвергающихся растягивающим усилиям, применяют броню из стальных оцинкованных плоских или круглых проволок. Толщина брони из стальных оцинкованных плоских проволок составляет 1,5—1,7 мм, а диаметр круглых — 4—6 мм.

Наружный покров, состоящий из слоя битумного состава или битума, пропитанной пряжи и покрытия, предохраняющего витки кабеля от слипания, в маркировке обозначения не имеют. Покров с негорючим элементом в маркировке кабеля имеет букву Н.

Покровы с выпрессованным полиэтиленовым защитным шлангом имеют обозначение Шп, а с ПВХ шлангом — Шв. Минимальная толщина наружного покрова зависит в основном от диаметра кабеля и составляет 1,9—3 мм.

§ 22. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ВИДОВ КАБЕЛЕЙ

Силовые кабели с пропитанной бумажной изоляцией напряжением 1,3, 6 и 10 кВ изготавливают одно-, двух-, трех- и четырехжильными (только на 1 кв) с медными и алюминиевыми токопроводящими жилами, в свинцовой или алюминиевой оболочке, с различными защитными покровами в зависимости от назначения и условий эксплуатации.

Обозначение марки кабеля состоит из нескольких букв, характеризующих основные конструктивные осо-

бенности кабеля и иногда его назначение. Так, буква С указывает, что кабель имеет свинцовую оболочку. Буквы Б, П и К обозначают тип брони (соответственно ленточная броня, броня из плоских или круглых проволок). Буква А в начале маркировки указывает, что кабель имеет алюминиевые токопроводящие жилы, если буква А стоит вместо буквы С, это означает, что кабель имеет алюминиевую оболочку. Например: СБ и АСБ — силовые кабели с медными и алюминиевыми жилами, в свинцовой оболочке, с защитным покровом Б; ААШв 3×95 (ож) — 10 ГОСТ 18410—73* — силовой кабель с алюминиевыми жилами, в алюминиевой оболочке, с защитным покровом Шв, тремя однопроволочными жилами номинальным сечением 95 мм², на напряжение 10 кВ.

Электрическое поле в кабелях с поясной изоляцией имеет очень сложный вид. Здесь появляется напряженность электрического поля вдоль слоев пропитанной бумаги, что значительно снижает электрическую прочность изоляции кабеля, так как вдоль слоев она примерно в 10 раз меньше, чем поперек их. Поэтому важно наиболее полное и качественное заполнение межфазных пространств. Обычно для этого применяют бумажный кордель, который скручивают из сульфатной или кабельной бумаги.

Во время нормальной эксплуатации напряжение между жилами в 3 раза больше, чем между жилой и оболочкой, поэтому толщину поясной изоляции берут значительно меньше, чем толщину изоляции между жилами.

Силовые кабели предназначены для работы с изолированной нейтралью. Следовательно, при заземлении одной из фаз напряжение между жилой и оболочкой у других фаз возрастает до линейного. Это свойство учитывается при выборе толщины поясной и жилой изоляции.

В силовых кабелях напряжением 20 и 35 кВ поверх изоляции каждой жилы накладывают проводящий экран или металлическую оболочку, благодаря чему силовые линии электрического поля имеют радиальное направление. Кабели изготовляют одно- и трехжильными. На круглые алюминиевые или медные жилы кабеля последовательно накладывают ленты электропроводящей бумаги, бумажной изоляции, экран из электропроводящих лент, а также оболочку из алюминия или свинца. В одножильных кабелях накладывают защитные по-

кровы, а в трехжильных — жилы в металлических оболочках скручивают, заполняя промежутки между жилами пропитанной кабельной пряжей или штапелированным стекловолокном (до образования круга в сечении), обматывают тканевой лентой или кабельной пряжей и бронируют.

Толщина изоляции у кабелей напряжением 20 кВ и сечением 25—95 и 120—400 мм² соответственно 7 и 6 мм, у кабелей напряжением 35 кВ и сечением 120—300 мм² — 9 мм. Минимальное сечение жил кабелей напряжением 35 кВ ограничивается 120 мм², так как кабели с меньшим сечением жил неэкономичны.

Для вертикальной прокладки недопустимо применение силовых кабелей с вязкой пропиткой. Пропиточный состав при нагревании (во время эксплуатации) начинает постепенно стекать в нижнюю часть проложенного кабеля. При этом верхний участок кабеля лишается значительной части пропиточного состава, что приводит к образованию пустот, снижению электрической прочности кабеля и пробоем. В то же время в нижнем участке кабеля создается повышенное давление от избыточного количества натекаемого состава, что приводит к повреждению металлической оболочки кабеля или течи состава из концевых муфт. В связи с этим для кабелей напряжением 1—3 кВ с вязкой пропиткой допускается разность уровней не более 20—25 м, для кабелей 6—10 кВ в свинцовой и 10 кВ в алюминиевой оболочке не более 15 м, для кабелей 6 кВ в алюминиевой оболочке не более 20 м и для кабелей 20—35 кВ не более 15 м.

Кабели с бумажной изоляцией для вертикальных и крутонаклонных трасс выпускают с обедненным (обедненно-пропитанные) или нестекающим вязким составом.

В маркировку кабелей с обедненно-пропитанной изоляцией добавляют букву В через дефис после основной марки (например, АСБ-В, СБ-В).

В начале маркировки кабелей с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающими составами, ставят букву Ц (например, ЦАСБ, ЦСБ).

Кабели напряжением 3 и 6 кВ с обедненно-пропитанной изоляцией в свинцовой и алюминиевой оболочках прокладывают при разности уровней до 100 м (для кабелей напряжением 3 кВ в алюминиевой оболочке разность уровней не ограничивают). Кабели с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом, предназначены для прокладки без ограничения разности уровней.

Толщину изоляции кабелей напряжением 6 кВ с обедненно-пропитанной изоляцией и напряжением 6, 10 и 35 кВ с нестекающим составом принимают несколько большей, чем толщину кабелей, пропитанных вязким составом.

Силовые кабели напряжением 0,66; 1; 3; 6; 10 и 35 кВ с пластмассовой изоляцией в основном изготавливают без металлических оболочек. Благодаря этому упрощается технология их изготовления и значительно экономится количество свинца и алюминия.

В маркировке силовых кабелей элементы обозначают следующим образом: В—ПВХ пластикат, П — полиэтилен, Пс — полиэтилен самозатухающий, Пв — полиэтилен вулканизирующийся, Пвс — полиэтилен вулканизирующийся самозатухающий.

Изолированные жилы кабелей скручивают, заполняя их ПВХ пластикатом или материалом изоляции жилы. Жилы имеют отличительную расцветку или обозначение цифрами, начиная с нуля (аналогично бумажной изоляции). Поясную изоляцию этих кабелей выпрессовывают из материала изоляции, ПВХ пластика или обматывают лентами из полиэтилентерефталата.

На кабели напряжением 6 кВ и выше методом прессования или обмоткой лентами поверх поясной изоляции накладывают электропроводящий экран. Выпрессованный экран изготавливают из полупроводящего материала, соответствующего материалу изоляции, толщиной не менее 0,2 мм, а экран, обматываемый лентами, — из прорезиненной ткани или из двух лент полупроводящей кабельной бумаги. Кроме того, поверх ряда кабелей накладывают металлический экран из двух медных лент или медной фольги. Как правило, кабели изготавливают круглыми, но ряд кабелей напряжением до 1 кВ и сечением до 16 мм² — плоскими с параллельной укладкой жил.

Силовые кабели с резиновой изоляцией по электроизоляционным свойствам существенно уступают кабелям с пропитанной бумажной и пластмассовой изоляцией и предназначены для трасс с неограниченной разностью уровней прокладки. Их изготавливают напряжением 660 В переменного тока или 1000 В постоянного и напряжением 3, 6 и 10 кВ постоянного тока в оболочке из маслостойкой и не распространяющей горения резины, ПВХ пластика или свинца.

Силовые кабели маркируют следующим образом: Р — резина изоляционная; Н — резина шланговая, не рас-

прострающая горения; Рт — резина изоляционная повышенной теплостойкости.

Резиновая изоляция на жилах кабеля имеет сплошную расцветку или обозначается цифрами, начиная с нуля. Заземляющую или нулевую жилу изготовляют черного цвета или обозначают цифрой ноль.

Изолированные жилы скручивают в кабель, при этом допускается заполнять промежутки резиновыми жгутами, кабельной непропитанной пряжей или штапельной стеклопряхей. Кроме того, применяют параллельную укладку жил сечением до 16 мм^2 в двухжильных кабелях. В зависимости от условий эксплуатации применяют бронированные кабели с защитными покровами либо без них.

Контрольные кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией изготовляют на переменное напряжение до 660 В, частотой до 100 Гц или постоянное напряжение до 1000 В с количеством жил от 4 до 61 и сечением от 0,75 до 10 мм^2 .

В условном обозначении кабелей в начале маркировки ставится буква К, например: КРВБГ $10 \times 1,5$ (контрольный, резиновая изоляция, ПВХ оболочка, бронированный, без наружного защитного покрова, десять жил сечением $1,5 \text{ мм}^2$). Изолированные жилы скручивают отдельными повивами. В каждом повиве кабеля имеется счетная жила синего или голубого цвета, а рядом с ней — жила направления — красного или розового цвета. Кабели с числом жил более 7, имеющие государственный Знак качества, выпускают с отличительной цифровой или цветной маркировкой всех жил.

§ 23. ИСПЫТАНИЕ КАБЕЛЕЙ

Завершающей стадией технологического процесса изготовления кабеля является его испытание. В объем испытаний кабеля входят: проверка конструктивных элементов, основных размеров и конструкции защитных покровов; определение электрического сопротивления токопроводящей жилы изоляции; определение значения тангенса угла диэлектрических потерь.

Государственными стандартами установлен ряд требований к качеству кабелей. Токопроводящая жила не должна иметь заусенцев, режущих кромок, выпучивания и обрывов отдельных проволок, могущих повредить бумажную изоляцию. На металлических защитных оболоч-

ках (свинцовой и алюминиевой) царапины и вмятины должны быть зачищены таким образом, чтобы толщина оболочки кабеля после зачистки не превышала минимально допустимую.

На поверхности резиновой или пластмассовой оболочки не должно быть пузырей, а также вмятин, выводящих толщину оболочки за предельные отклонения. В бумажной изоляции не должно быть складок, морщин и неплотностей, так как это вызывает образование пустот, что, в свою очередь, может вызвать пробой изоляции кабеля в процессе эксплуатации.

Электрическое сопротивление токопроводящих жил является важнейшей характеристикой кабеля и зависит от ряда причин: многопроволочности, вызывающей удлинение провода из-за скрутки; сечения, которое может быть меньше номинального и др.

Измерение электрического сопротивления (табл. 5) обычно производят при постоянном токе, так как при переменном токе из-за поверхностного эффекта увеличивается активное сопротивление.

Таблица 5. Электрическое сопротивление жилы кабеля, пересчитанное на 1 мм² номинального сечения, 1 км длины и температуру 20 °С

Кабель	Сопротивление жилы, Ом, не более	
	алюминиевой	медной
Одножильный с жилами сечением, мм ²		
6—500	29,11	17,76
625 и более	29,4	17,93
Многожильный всех сечений	29,4	17,93

Сопротивление жил кабеля R_t (Ом/км) для различных сечений S , температур t и длин L определяется по формуле

$$R_t = R_{20}[1 + 0,004(t - 20^\circ)],$$

где для медных многожильных кабелей $R_{20} = \frac{17,93}{S} L$, для алю-

миниевых многожильных $R_{20} = \frac{29,4}{S} L$.

Соппротивление изоляции кабеля характеризует ее качество, влажность, наличие воздушных включений и др. Соппротивление изоляции жилы при 20 °С, пересчитанное на 1 км длины, должно быть: для кабелей с бумажной изоляцией напряжением 1 и 3 кВ — 100, 6 кВ и выше — 200 МОм; для резины 50, ПВХ пластика напряжением до 1 кВ — 7, полиэтилена напряжением до 6 кВ — 150 МОм.

Для определения электрической прочности силовые кабели испытывают повышенным напряжением. Испытательные напряжения и продолжительность испытаний определены стандартами. В сертификатах на кабельную продукцию завода-изготовителя указывают электрические характеристики, полученные в результате проведенных на заводе испытаний.

§ 24. ВЫБОР И ПРИМЕНЕНИЕ КАБЕЛЕЙ

Определение областей применения силовых кабелей в зависимости от условий их прокладки и эксплуатации производится в соответствии с Едиными техническими указаниями (ЕТУ по выбору и применению электрических кабелей), в которых предусматривается широкое использование кабелей в алюминиевой и пластмассовой оболочках вместо кабелей в свинцовой оболочке*.

Механические воздействия на кабель, возникающие при его прокладке, определяются сложностью (конфигурацией) кабельной трассы.

При прокладке в земле одной строительной длины кабеля к сложным участкам относят трассы более чем с четырьмя поворотами под углом 30° или прямолинейные — более чем с четырьмя переходами в трубах длиной более 20 м, или более чем с двумя переходами в трубах длиной более 40 м. Прокладка кабеля в трубах более чем с двумя поворотами при длине труб более 20 м, а также с четырьмя (и более) протяжками через огнестойкие перегородки, не считая подводов кабелей к электрооборудованию, также считается сложной. Все остальные участки с меньшим числом поворотов или переходов в трубах относятся к несложным.

* Применение силовых кабелей в свинцовой защитной оболочке предусматривается для подводных линий, запыленных и особо опасных коррозионных сред и др.

На сложных участках трасс во избежание повреждений ПВХ шланга не рекомендуется применять кабели марки ААШв и кабели с однопроволочными алюминиевыми жилами сечением $3 \times 150 - 3 \times 240 \text{ мм}^2$. При значительных растягивающих усилиях* рекомендуют применять кабели, бронированные круглыми или плоскими стальными проволоками.

Для помещений с температурой окружающей среды выше 50°C , но не превышающей предельную длительно допустимую температуру жил кабелей, допускается применение обычных кабелей со сниженными допустимыми токовыми нагрузками или сокращение срока их службы. При воздействии на кабель вибрации применяют алюминиевую или пластмассовую оболочку. Применение в этих условиях кабелей со свинцовой оболочкой не рекомендуется из-за возможных механических повреждений. Сведения по выбору марок силовых кабелей для различных условий прокладки приведены в табл. 6, 7, контрольных — в ГОСТ 1508.78.

Таблица 6. Кабели, рекомендуемые для прокладки в земле (траншеях)

Марка кабеля с бумажной пропитанной изоляцией		Марка кабеля с пластмассовой и резиновой изоляцией и оболочкой, не подвергающегося растягивающим усилиям
не подвергающегося растягивающим усилиям	подвергающегося значительным растягивающим усилиям	
ААШв, ААШп, ААБл, АСБ, ААБ2л, АСБл, ААБв, АСБ2л, ААБ2лШв, ААБ2лШп	ААПл, АСПл, ААП2л, ААП2лШв, АСП2л —	АВВГ, АПсВГ, АПвВГ, АПВГ, АВВЕ, АПВЕ, АПсВЕ, АППЕ, АПвПЕ, АПБ6Шв, АПвБ6Шв, АВБ6Шв, АВБ6Шп, АПсБ6Шв, АПАШв, АПАШп, АВАШв, АПсАШв, АВРЕ, АНРЕ, АВАБл, АПАБл

Примечание. Таблица составлена без учета коррозионной активности грунтов и наличия блуждающих токов.

* Значительными растягивающими усилиями называют усилия, возникающие в процессе эксплуатации кабелей, прокладываемых в насыпных, болотистых, пучинистых и многолетнемерзлых грунтах, воде, а также на вертикальных участках.

Таблица 7. Кабели, рекомендуемые для прокладки в воздухе

Марка кабеля				Область применения
с бумажной пропитанной изоляцией		с пластмассовой и резиновой изоляцией и оболочкой		
при отсутствии механических повреждений	при наличии механических повреждений	при отсутствии механических повреждений	при наличии механических повреждений	
ААГ, ААШв, АСШв	ААБлГ, ААБвГ, ААБ2лШв, АСБлГ, АСБ2лГ, АСБ2лШв	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПвВГ, АПВГ, АПсВГ, АПсВГ	АВВБГ, АВРБГ, АВБ6Шв, АПвВБГ, АПАШв, АВАШв, АПвБ6Шв, АПсБ6Шв, АПсВБГ, АПсБГ, АПВБГ, АНРБГ	Прокладка в помещениях (туннелях, каналах, кабельных полутажах, шахтах, коллекторах, производственных помещениях и др.)
ААГ, ААШв	ААБвГ, ААБлГ, АСБлГ	АВВГ, АВРГ, АПсВГ, АПсВГ, АНРГ, АСРГ	АВВБГ, АВВБ6Г, АВБ6Шв, АПсБ6Шв, АПсБГ, АВРБГ, АСРБГ	Прокладка в пожароопасных помещениях

Примечание. Таблица составлена без учета окружающей среды в помещениях.

§ 25. УПАКОВКА, МАРКИРОВКА И ХРАНЕНИЕ

Для хранения, транспортировки и прокладки кабеля применяют деревянные барабаны (рис. 38), размеры которых в соответствии с ГОСТом имеют номера с 4-го по 30-е. Во избежание повреждения изоляции кабеля при его намотке диаметр шейки барабана должен быть не менее размеров, приведенных в табл. 8, которые определяются в зависимости от параметров наматываемого кабеля.

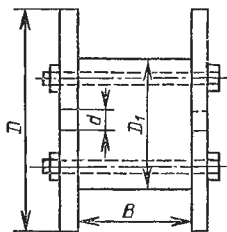


Рис. 38. Основные размеры деревянного барабана:

D_1 — диаметр шейки,
 D — диаметр щеки,
 B — расстояние между щеками,
 d — внутренний диаметр отверстия для вала

**Т а б л и ц а 8. Выбор диаметра шейки барабана
в зависимости от параметра наматываемого кабеля**

Кабели	Диаметр шейки, мм
С бумажной изоляцией:	
многожильные в свинцовой оболочке	$15(D_k + d_{ж})$
одножильные в алюминиевой или свинцовой оболочке и многожильные в алюминиевой оболочке	$25(D_k + d_{ж})$
С пластмассовой и резиновой изоляцией:	
одножильные	$20(D_n + d_{ж})$
многожильные	$15(D_n + d_{ж})$
С пластмассовой изоляцией в алюминиевой оболочке	$25(D_k + d_{ж})$

Примечание. D_k — диаметр кабеля по металлической оболочке, мм; D_n — наружный диаметр кабеля, мм; $d_{ж}$ — диаметр круглой жилы (диаметр эквивалентного сечения для секторных и сегментных жил), мм.

Намотку кабеля на барабаны производят плотными и ровными рядами без ослабления. Расстояние между верхними витками кабеля и краем щеки барабана нормировано: для многожильных кабелей оно составляет 100, для одножильных — 50 мм. Во избежание проникновения влаги внутрь кабеля его концы надежно герметизируют. Концы кабелей в металлической оболочке запаивают, а в резиновой или пластмассовой — обматывают соответственно резиновой или липкой ПВХ лентой. Верхний конец кабеля надежно прикрепляют к щеке с внутренней стороны, нижний выводят через отверстие в щеке барабана и зашивают снаружи металлическим листом. Со стороны вывода нижнего конца кабеля на щеке барабана наносят его номер, стрелку, указывающую направление вращения барабана, и надписи: «Катать по стрелке», «Не класть плашмя» (так как это приводит к спаданию витков кабеля и их зажатии при раскатке), «При разгрузке не сбрасывать» и надписи, относящиеся непосредственно к намотанному кабелю.

Барабан с кабелем напряжением 6 кВ и более должен иметь протокол электрических испытаний, который вкладывают в водонепроницаемый пакет, укрепленный на внутренней поверхности щеки барабана (под обшивкой). Барабаны с кабелем должны храниться в закрытых помещениях, под навесом или на открытых площадках

общитыми. Кроме того, они должны быть защищены от механических воздействий и агрессивных сред. Срок хранения кабелей на открытых площадках 2 года, под навесом — 5 лет, в закрытых помещениях — 10 лет (не более).

Контрольные вопросы

1. Из каких материалов изготавливают токопроводящие жилы кабелей? Охарактеризуйте эти материалы.
2. Расскажите о бумажной пропитанной изоляции.
3. Расскажите о пластмассовой и резиновой изоляции.
4. Из каких материалов изготавливают оболочки кабелей?
5. Каково назначение защитных покровов кабелей? Из каких материалов их изготавливают?
6. Как расшифровывается маркировка кабелей с бумажной, пластмассовой и резиновой изоляцией?
7. Каково назначение кабелей с обедненной и нестекающей пропитками?

Глава VI. ПРОКЛАДКА КАБЕЛЕЙ

§ 26. ТРАНСПОРТИРОВКА БАРАБАНОВ С КАБЕЛЯМИ

Правильно организованная транспортировка кабелей гарантирует их сохранность, а следовательно, долговечность эксплуатации кабельных линий. Условия транспортировки кабелей должны соответствовать требованиям нормативных документов (ГОСТ, ОСТ, ТУ и т. д.). Перемещение барабанов на механизированных складских площадках выполняют с помощью мостовых кранов, кран-балок, тельферов, автопогрузчиков, специальных грузозахватных приспособлений и т. д.

При отмотке кабеля барабан устанавливают на домкраты, барабано-подъемник и другие приспособления. Наиболее часто применяют винтовые домкраты. Конструкция безосевого домкрата грузоподъемностью до 10 т приведена на рис. 39, а. Подъем кабельных барабанов № 24—30 выполняют без вала (оси). При подъеме барабана участвуют два домкрата. Втулки цапф 4, установленные на головке 2, с двух сторон заводят в отверстия щек барабана и в результате качания рукоятки домкрата головка винта поднимает штангу 3 вместе с кабельным барабаном. Для большей устойчивости установки домкраты имеют общую раму 1.

Небольшие барабаны (№ 6—14) поднимают и перемещают на специальных тележках (рис. 40). Барабаны

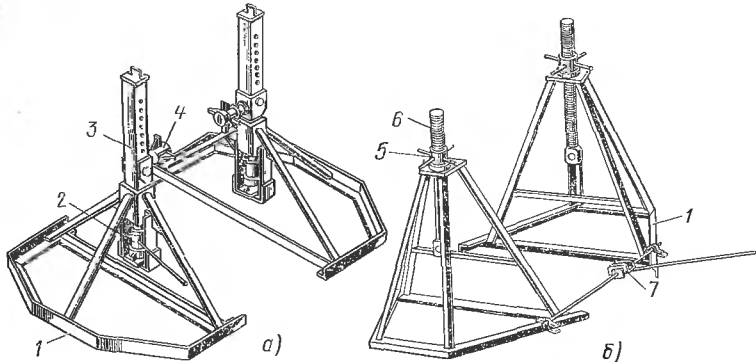


Рис. 39. Кабельные домкраты:

а — ДКБ-10, *б* — ДК-3; 1 — рама, 2 — головка, 3 — штанга, 4 — цапфа, 5 — гайка, 6 — винт, 7 — тормоз

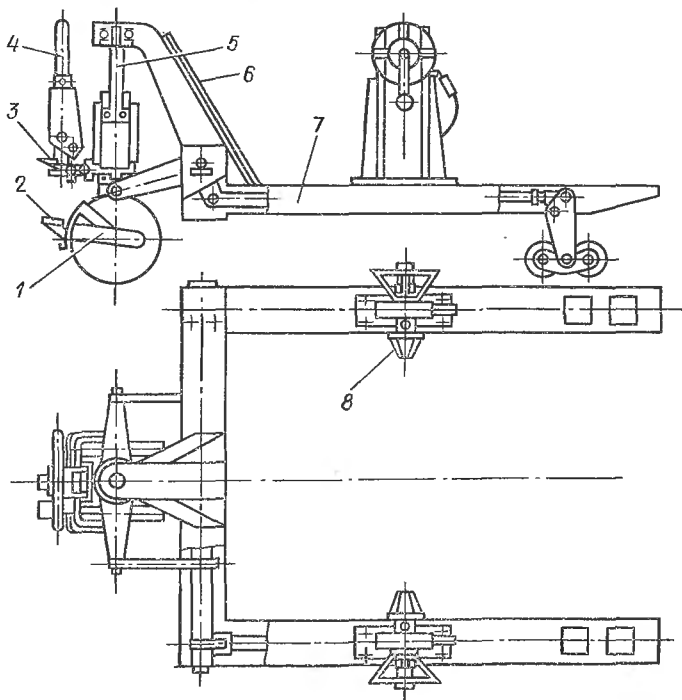


Рис. 40. Тележка ТГБ:

1, 4 — тормозное и гидравлическое устройства, 2, 3 — педали, 5 — рукоятка, 6 — площадка, 7 — рама, 8 — втулки для установки кабельных барабанов

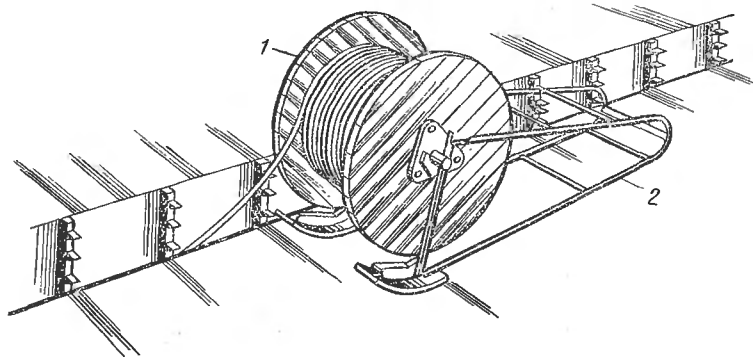


Рис. 41. Рычажный подъемник:
1 — кабельный барабан, 2 — рама

с контрольными кабелями при раскатке вывешивают рычажными подъемниками (рис. 41).

Подъемник применяют для барабанов размером до № 17 (диаметр щек до 1700 мм). При подъеме барабана приподнимают концы подъемника так, чтобы его опорные втулки совместились с отверстиями в щеках барабана. Через втулки подъемника и барабана пропускают вал (ось). Нажимая на концы рамы 2 подъемника, барабан 1 вывешивают над землей.

В пределах складских площадок перекатку барабанов (на расстояние не более 100 м) выполняют вручную; при этом оба конца кабеля надежно прикрепляют к барабану.

Барабаны с кабелем перекатывают по направлению намотки кабеля, обозначенного стрелкой на барабане. Нарушение этого правила вызывает ослабление намотки кабеля на шейке барабана и распускание витков, а следовательно, их защемление или западание при раскатке.

Механизированную перекатку барабанов массой до 2 т на расстояние не более 500 м осуществляют лебедкой и приспособлением, устанавливаемым на валу барабана для сцепления с тросом лебедки.

Для перевозки барабанов с кабелем к месту его прокладки применяют кабельные транспортеры, специально оборудованные автомобили, трейлеры и т. д.

При отсутствии специальных подъемников кабельных барабанов их такелаж осуществляют автомобильными

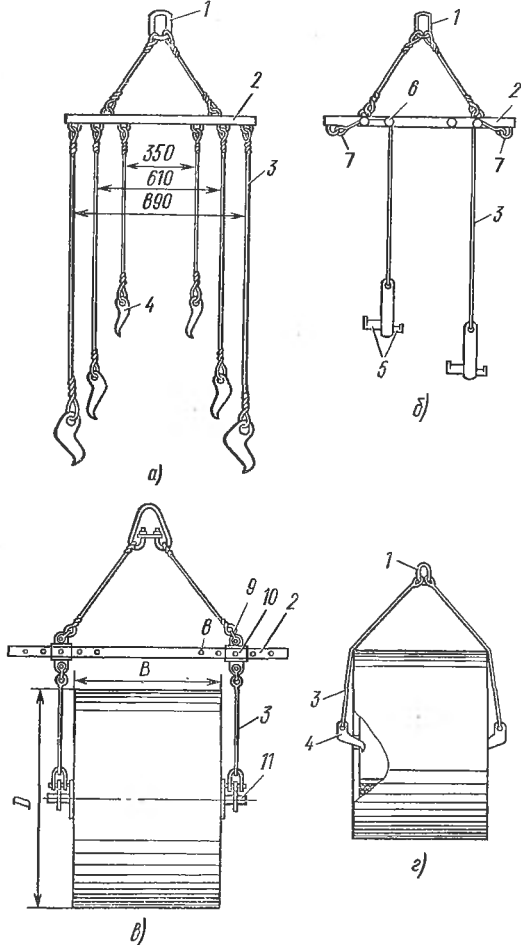


Рис. 42. Устройства для разгрузки барабанов с кабелем:

а — траверса с крюками, б — траверса с зацепами типа «краб», в — траверса для тяжелых барабанов, г — стропы с крюками

или другими кранами, используя различные устройства (рис. 42). Для подъема барабанов до № 20 используют траверсу 2 с крюками (рис. 42, а), к которой могут быть подвешены одна из трех пар подвесок 3. Крюки 4 этих подвесок рассчитаны соответственно на подъем барабанов до № 10, 12 и 14, а также 17, 18 и 20. Длина строп подвесок позволяет поднимать только те барабаны, на которые они рассчитаны, что исключает ошибки стро-

пальчиков при такелажных работах. Этими траверсами поднимают барабаны с силовыми кабелями с алюминиевыми жилами или контрольными кабелями. Общая масса траверсы с подвесками 63 кг. Траверса с крабами 5 (рис. 42, б) имеет две цапфы для крепления за отверстие в щеке барабана. При перемещении бобышек 6, проушин 7 и подвесок с крабами можно поднимать барабаны от № 4 до № 20. Для подъема кабельных барабанов от № 14 до № 30 применяют специальные траверсы (рис. 42, в). На траверсе в отверстиях 8 закрепляют две муфты 10 с проушинами. Две подвески 3 поддерживают барабан за вал 11. Мелкие барабаны перемещают простыми стропами без траверс (рис. 42, г).

Крюк крана поднимает траверсы за серьгу 1, прикрепляемую стропами к траверсе за скобы 9. Разгрузка барабанов сбрасыванием со всех видов транспорта запрещена. При отсутствии других транспортных средств или при их непроходимости по трассам перемещение барабанов с кабелем осуществляют на стальном листе с помощью лебедки трактора и т. д. При этом барабан надежно закрепляют на листе.

§ 27. УСЛОВИЯ И СПОСОБЫ ПРОКЛАДКИ

Высокое качество, устойчивая и надежная работа сооружаемых кабельных линий могут быть обеспечены при условии соблюдения технологии их прокладки.

Кабели прокладывают в различных условиях: земле (бестраншейным способом и в траншеях), воде (реках, морях, океанах), воздухе (кабельных сооружениях и производственных помещениях). Прокладку кабелей, как правило, выполняют механизированными способами, которые будут подробно рассмотрены ниже. Условия и способы прокладки кабелей установлены проектом. Сроки прокладки кабелей, число специализированных участков, бригад и звеньев, перечень и количество необходимых механизмов определяет проект производства работ.

До начала прокладки кабельных линий должны быть полностью закончены строительные работы по сооружению трасс. Например, до прокладки кабелей в земле строительная организация полностью заканчивает рытье траншей, устройство вводов и пересечений.

Механизацию земляных работ при устройстве траншей осуществляют одноковшовыми и многоковшовыми

экскаваторами, электро- и пневмоинструментами (молотками, трамбовками) и др. В случае непосредственной близости к разделяваемой траншее действующих подземных сооружений или пересечений на отдельных участках рытье траншей выполняют вручную. Устройство кабельных переходов через пересечения дорог, проездов, улиц и других подземных переходов выполняют открытым способом или скрытым — горизонтальным бурением, продавливанием или проколом. В двух последних случаях для продавливания трубопровода применяют мощные гидравлические домкраты. При прокладке кабелей в других условиях к началу работ должны быть полностью завершены все строительные работы по сооружению туннелей, каналов, эстакад, колодцев, включая установку всех закладных частей, устройство проемов, дверей, люков. К этому времени должны быть также закончены все работы по устройству систем пожаротушения в кабельных сооружениях.

Строительную часть кабельных сооружений, траншей, узлов подземных пересечений и вводов до начала работ по прокладке кабельных линий по акту принимает руководитель монтажной организации совместно с представителями эксплуатирующей и строительной организаций. На промежуточные этапы оформляют аналогичную сдачную документацию, так как прокладка кабеля включает ряд скрытых работ, контроль за которыми может быть осуществлен только в процессе монтажа.

Для производства работ по сооружению кабельных линий монтажной организации передают техническую документацию, включающую рабочий проект с планом кабельной трассы и необходимыми разрезами. В планах и чертежах продольных профилей трассы указывают все пересечения проектируемой кабельной линии с другими подземными сооружениями независимо от глубины их заложения. Для сложных переходов делают специальные чертежи или дают ссылки на типовые альбомы. Для кабельных линий напряжением свыше 35 кВ чертежи продольного профиля разрабатывают по всей длине трассы.

Монтажной организации также выдают строительные чертежи кабельных сооружений с указанием всех закладных деталей, при необходимости чертежи на герметизацию вводов в сооружения. Особо важными документами являются кабельный журнал, спецификаций на кабели, муфты, материалы, а также сметы.

Монтажной организации проекты передают со штампом «к производству», согласованные с городскими службами архитектуры, отделами строительства, землепользователями, энергосистемой и всеми организациями, чьи подземные коммуникации расположены в зоне проектируемых кабельных линий.

Для сложных условий прокладки проект производства работ (ППР) выполняет проектная организация, а для обычных условий — монтажная. Более подробный перечень проектной документации, необходимой для производства работ, указан в специальной литературе.

При прокладке кабелей можно выделить ряд технологических операций, за которыми устанавливают особый контроль в целях улучшения качества работ и повышения надежности эксплуатации смонтированных кабельных линий.

Наиболее часто повреждения кабелей возникают при нарушении технологии их прокладки: при несоблюдении расстояний между параллельно прокладываемыми кабелями, между кабелями и подземными сооружениями; несоблюдении глубины их заложения; сматывании кабелей с барабанов, тяжении кабелей с усилием, превышающим допустимые нагрузки; при недопустимых изгибах и перекрутках кабелей; низких температурах окружающей среды.

При параллельной прокладке нескольких кабелей соблюдают минимальные расстояния, установленные между ними по условиям взаимного допустимого подогрева или возможного повреждения кабелей дугой при коротком замыкании на одном из этих кабелей.

Прокладка кабелей на небольшую глубину увеличивает возможность их механических повреждений при производстве различных земляных работ вблизи кабельных линий. Во время раскатки кабелей с барабанов возможны их повреждения в результате прилипания друг к другу плотно уложенных витков. Быстрое вращение барабанов в этом случае приводит к рывкам и изломам кабелей. Поэтому размотку кабеля выполняют с минимальной скоростью, применяя различные устройства для торможения вращающихся барабанов. Повреждения могут возникнуть из-за западания витков при неправильной намотке кабеля на барабан (обычно при перемотке кабеля на инвентарные барабаны на кабельных площадках) или нарушении правил пережатки барабанов (см. § 26). При этом виток, сходящий с барабана, заземляется со-

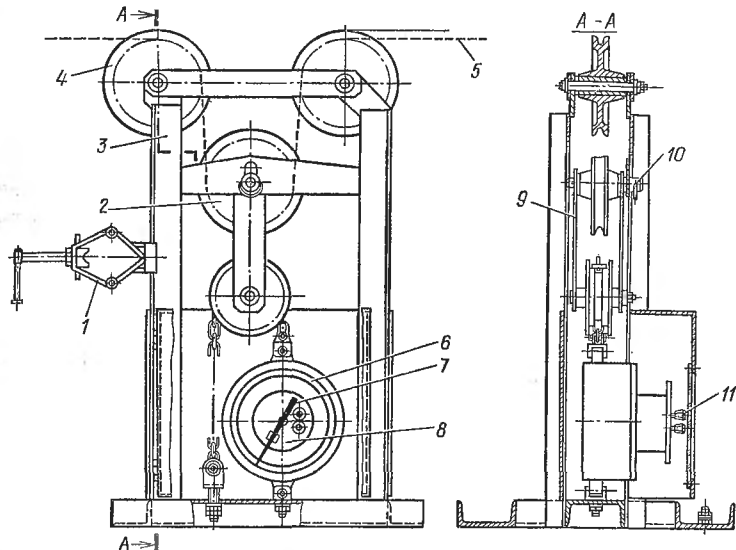


Рис. 43. Устройство для контроля за усилием тяжения кабеля

седними витками. В этом случае при размотке кабеля барабан временно останавливают и освобождают заклиненный виток.

При раскатке кабеля напряжением 10 кВ и выше устанавливают контроль за усилием его тяжения. Например, при тяжении кабеля напряжением 10 кВ, сечением 3×150 мм за алюминиевую оболочку допустимое усилие тяжения составляет 7,4 кН, а за многопроволочные алюминиевые жилы — 17,6 кН. Контроль за тяжением осуществляют динамометром 8, установленным на лебедке (рис. 43). Условная линия тянущего каната 5 проходит через два направляющих блока 4 и верхний плавающий блок 2. Верхний плавающий блок, закрепленный на оси 10, связан двумя боковыми планками 9 с блоком динамометра 6. При усилии тяжения, превышающем допустимое, контакт стрелки динамометра 7 замыкает зажимы 11, установленные на подвижной плите, регулирующей необходимый предел отключения. При замыкании зажимов сигнал передается в цепь механизма свободного расцепления лебедки, которая останавливается. Неподвижные блоки и зажим для крепления устройства 1 собраны на общей раме 3.

Повреждения кабелей возможны после прокладки их с недопустимыми радиусами изгиба и перекруткой при разматывании вручную петлями.

Все эти операции должны исключать нарушения технологии монтажа и выполняться под контролем опытных бригадиров или инженерно-технических работников.

При прокладке кабелей в траншее по всей длине предусматривают слабину в виде «змейки» для компенсации изменения длины кабелей, вызываемого колебаниями температуры в них во время эксплуатации. Длина кабеля в этом случае составляет на 2–3% больше длины траншеи.

Около котлованов для муфт при прокладке оставляют запасы концов строительных длин кабелей. Нахлест концов для кабелей напряжением 10 кВ составляет 0,5 м, а для кабелей напряжением 20 и 35 кВ—0,75 м. Запасы кабелей предусмотрены для компенсаторов, предохраняющих соединительные муфты от повреждений при смещении почвы, а также от температурной деформации кабелей. При прокладке в траншее нескольких кабелей их концы располагают таким образом, чтобы расстояние между центрами соединения соседних муфт было не менее 2 м.

§ 28. ПРОКЛАДКА В РАЗЛИЧНЫХ СООРУЖЕНИЯХ И СРЕДАХ

Бестраншейная прокладка в земле. Одиночные бронированные кабели со свинцовой или алюминиевой оболочкой напряжением до 10 кВ на участках кабельных трасс, удаленных от подземных коммуникаций, выполняют бестраншейной прокладкой с самоходного или передвигаемого тяговыми механизмами ножевого кабелеукладчика (рис. 44). В городских электросетях и на территории про-

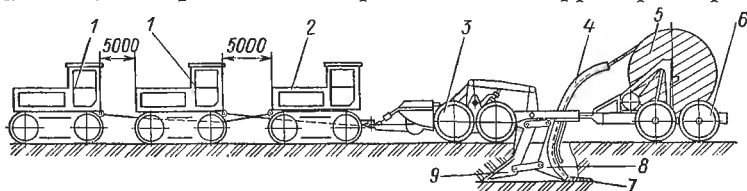


Рис. 44. Механизированная колонна для прокладки кабеля кабелеукладчиком:

1, 2— тракторы Т-100М и Т-100МБГ, 3— кабелеукладчик КУ-150, 4— входной лоток кассеты, 5— барабан с кабелем, 6— кабельный транспортер ТК-5, 7— кабель, 8— кассета для кабеля, 9— иож

мышленных предприятий на участках, имеющих подземные коммуникации и пересечения с инженерными сооружениями, бестраншейную прокладку кабелей выполнить невозможно.

Перед началом работ очищают трассу от пней, корней, деревьев, выравнивают бугры грунта, готовят съезды через овраги, реки, ручьи. Одновременно составляют раскладочную карту строительных длин кабелей, подготовленных к прокладке таким образом, чтобы соединительные муфты располагались в местах, удобных для монтажа и эксплуатации (вне болот, оврагов и т. д.).

При прокладке кабелепрокладочный нож и кассета обеспечивают глубину заложения кабеля 1—1,2 м от уровня поверхности земли. Устройство постели, присыпки кабеля мелкой землей или песком, механической защиты не требуется. Кабель засыпают грунтом, разрезаемым при движении кабелепрокладочного ножа. Технология бестраншейной прокладки кабеля значительно сокращает затраты и трудоемкость строительных работ по сравнению с прокладкой кабеля в траншее.

Во время бестраншейной прокладки кабеля мерной планкой контролируют его заглубление через каждые 20—50 м трассы. Если глубина кабеля отличается от проектной более чем на 50 мм, прокладку временно приостанавливают до устранения причин, вызвавших отклонение. В этом случае очищают нож и кассеты от корней, проверяют усилие натяжения кабеля или заменяют кабелепрокладочный нож. Перед окончанием размотки кабеля с одного барабана его конец внахлест (длина 1,5—1,8 м) скрепляют с концом кабеля другого барабана.

Прокладка в траншее. Во всех случаях, когда механизмы могут свободно передвигаться вдоль трассы и нет препятствий, требующих подземных переходов, выполняют раскатку кабелей с кабельного транспортера (рис. 45), специального автомобиля (рис. 46, а), грузового автомобиля или трубоукладчика (рис. 46, б). При отсутствии этих механизмов применяют сани, передвигаемые трактором или тягачом. Барабан с кабелем устанавливают на кабельном транспортере, в кузове специального или грузового автомобиля, или на траверсе трубоукладчика. Электромонтеры при раскатке кабеля с движущегося транспортера или автомобиля передвигаются вслед за ним по дну или бровке траншеи, а при раскатке кабеля с трубоукладчика — по дну траншеи, принимают сматываемый с барабана кабель и уклады-

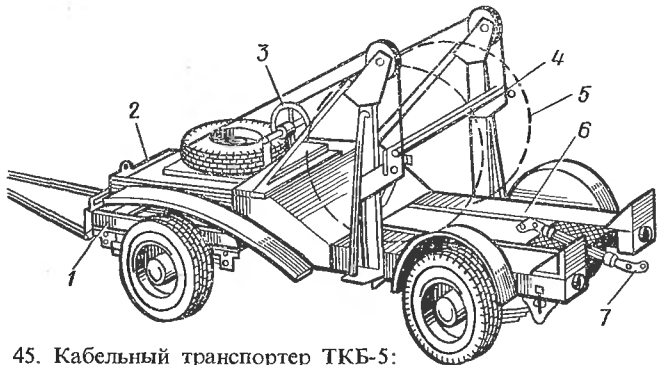


Рис. 45. Кабельный транспортер ТКБ-5:

1 — передняя тележка, 2 — лебедка, 3 — тормоз барабана, 4 — каретка барабана, 5 — барабан с кабелем, 6 — задний мост и платформа, 7 — консоль для направления кабеля

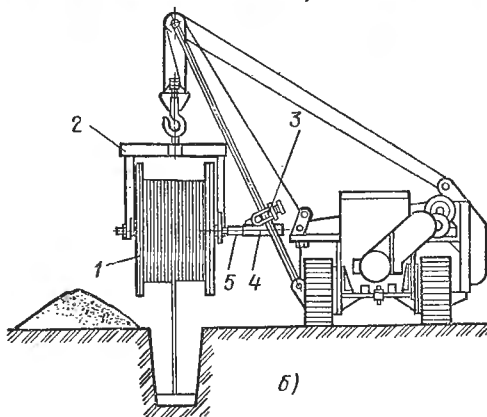
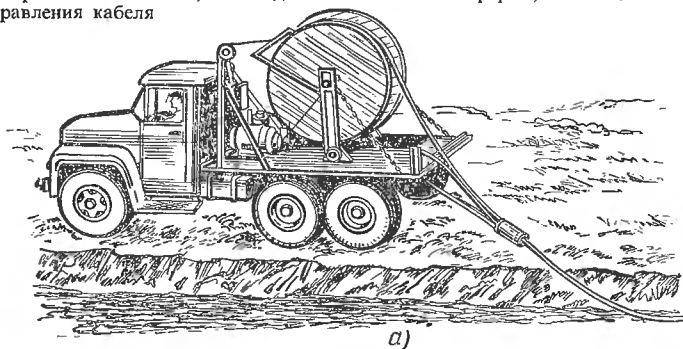


Рис. 46. Механизмы для прокладки кабелей:

а — автомобиль со специальным устройством для раскатки кабеля, б — трубоукладчик; 1 — барабан, 2 — траверса, 3 — зажим, 4 — втулка — удлинитель, 5 — ось траверсы

вают его змейкой на дно траншеи. Скорость движущегося транспорта вдоль траншеи 0,6—1 км/ч. Расстояние между краем траншеи и ободом колеса механизма должно быть не менее глубины траншеи, умноженной на коэффициент 1,25.

При прокладке кабельных линий с насыщенными подземными коммуникациями раскатку кабеля выполняют с применением специальных комплектов механизмов и приспособлений для прокладки кабелей напряжением до 10 кВ в траншеях. В состав комплекта входят универсальные приводы, ролики, домкраты, приспособления для направления кабеля в трубы, захваты и др. Комплект рассчитан на кабельную трассу длиной до 500 м, его масса 1200 кг.

Универсальный привод ПИК-4У (рис. 47) обеспечивает механическую прокладку кабелей напряжением до 10 кВ, сечением до 240 мм², тяговая сила привода 3,5 кН. При прокладке кабелей в траншеях протяжное устройство работает с бензиновым двигателем 2 или электродвигателем (при наличии источника питания), скорость тяжения кабеля до 35 м/мин. Кабель тросом лебедки привода подтягивается к гусеничному движителю 3. Башмаки движителя покрыты резиной и обеспечивают протяжку кабеля без повреждения внешних покровов.

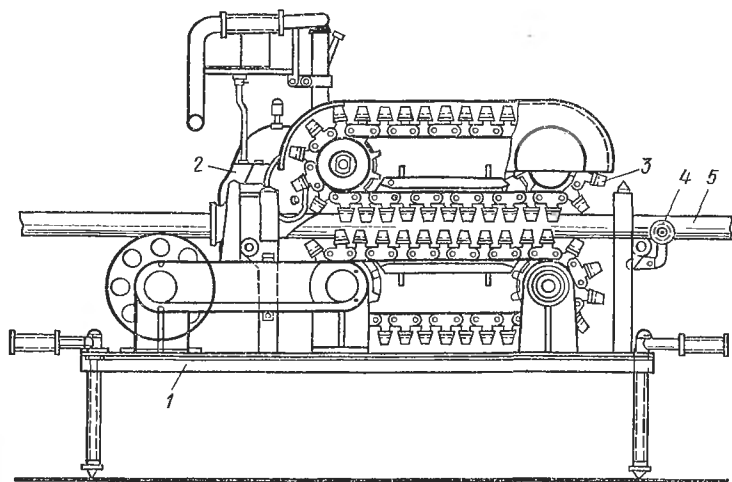


Рис. 47. Универсальный привод ПИК-4У:

1—рама, 2—двигатель внутреннего сгорания, 3—гусеничный движитель, 4—направляющие ролики, 5—прокладываемый кабель

Конструкция привода позволяет выполнять на прямом участке трассы подтягивание кабеля 5 лебедкой к приводу до 120 м и перемещать кабель вперед по роликам 4 на длину до 80 м. На кабельной трассе в зависимости от ее длины и сложности применяют от одного до четырех индивидуальных приводов.

Привод по заказу поставляют с бензиновым или электрическим двигателем и обозначает соответственно ПИК-4Б или ПИК-4Э.

При отсутствии универсальных индивидуальных приводов тяжение кабеля осуществляется тросом с помощью приводной лебедки, а при небольших длинах и отсутствии энергии — ручной лебедки. Барабан с кабелем устанавливают неподвижно на одном конце трассы. Раскатку в траншее ведут по роликам тяжением троса приводной лебедки, установленной на другом конце трассы (рис. 48, а) или автомобиле (рис. 48, б).

При раскатке кабеля тяжением у барабана должны находиться два опытных электромонтера, которые следят за размоткой кабеля. В случае необходимости по радио или телефонной связи они дают сигналы об остановке или пуске лебедки.

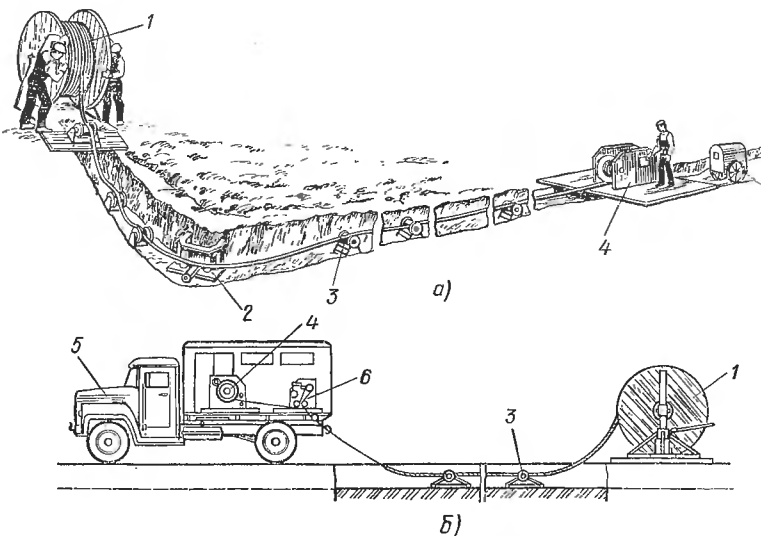


Рис. 48. Раскатка кабеля в траншее тяжением троса приводной лебедки, установленной над траншеей (а) или на специальном автомобиле (б): 1 — барабан с кабелем, 2 — угловые ролики, смонтированные на обводном устройстве, 3 — линейный ролик, 4 — лебедка, 5 — автомобиль, 6 — устройство для контроля усилий тяжения

При невозможности механизировать прокладку кабелей его прокладывают вручную методом «петли» с соблюдением допустимых радиусов изгиба.

Прокладка в блоках. Так же, как и при прокладке кабелей в траншеях, когда автомобиль может свободно передвигаться вдоль блочной канализации, раскатку выполняют тяжением кабелей канатом. Тяжение осуществляют приводной лебедкой, установленной на автомобиле (рис. 49), или стационарной лебедкой с электро- или ручным управлением. Барабан с кабелем устанавливают неподвижно на одном конце трассы или у соседнего колодца. Кабель раскатывают на направляющих, обводных и угловых роликах.

Для уменьшения усилий тяжения при протяжке кабель покрывают тавотом или солидолом, не содержащим веществ, вредно действующих на его оболочку. Кабель рекомендуется раскатывать со скоростью 0,6—1 км/ч и по возможности без остановок, так как наибольшие усилия тяжения возникают при трогании кабеля с места.

Прокладка в кабельных сооружениях. В туннелях протяженностью до 600 м кабели прокладывают с помощью механизмов, приспособлений и оснастки.

В комплект механизмов входят: специальная тяговая электролебедка с подъемной платформой; вспомогательная лебедка для раскатки каната; 80 линейных рас-

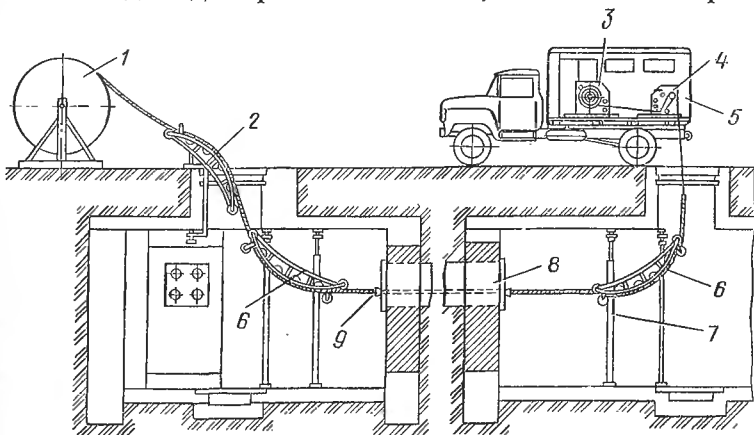


Рис. 49. Прокладка кабеля в блоках;
1 — барабан, 2, 6 — верхнее и нижнее обводные устройства, 3 — лебедка, 4 — устройство для контроля усилия тяжения, 5 — автомобиль, 7 — распорное устройство, 8 — блок, 9 — воронка

порных роликов; безосевые домкраты; 12 обводных устройств и блоков для прохода каната и кабеля через проемы и строительные конструкции и т. д. Расстановка по трассе этих механизмов и приспособлений показана на рис. 50. Около проема кабельной шахты на подъемной платформе устанавливают специальную тяговую электролебедку 9. По оси трассы 8 размещают два напольных ролика 4 и 17 распорных роликов 7. Обводные устройства 5 закрепляют над колодцами или шахтами на

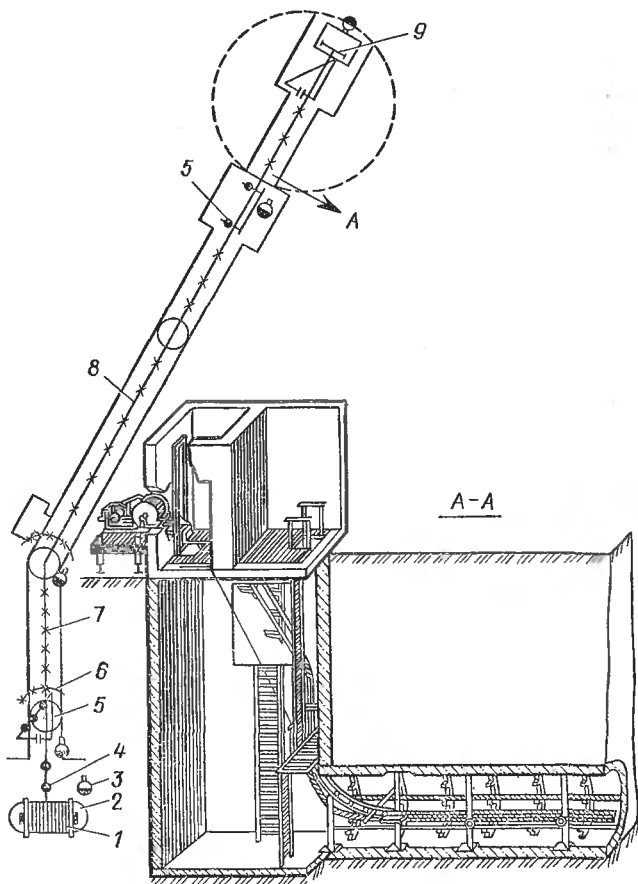


Рис. 50. Схема расстановки приспособлений, инвентарных конструкций и механизмов на кабельной трассе:

1— барабан, 2— безосевой домкрат, 3— пост телефонной связи, 4— напольный линейный ролик, 5— обводные устройства, 6, 7— угловой и линейный распорные ролики, 8— ось прокладываемого кабеля, 9— тяговая электролебедка

обоих концах туннеля, а на переходах кабелей из колодца в туннель и на поворотах трассы монтируют угловые распорные ролики 6. С другого конца туннеля устанавливают безосевые домкраты 2. По всей трассе размещают посты телефонной связи 3. Универсальные распорные линейные и угловые ролики показаны на рис. 51, а, б.

После монтажа всех механизмов и приспособлений вспомогательной лебедкой, временно установленной у домкратов, трос раскатывают, а затем устанавливают на домкраты кабельный барабан. Число домкратов и барабанов определяют в зависимости от объема выполняемых работ.

Прокладка на эстакадах. Для прокладки кабеля по конструкциям (рис. 52) на платформе автомобиля размещают барабан с кабелем и приспособление для его подачи к месту укладки. Электромонтеры прокладывают кабель по полкам конструкций с рабочих мест, расположенных на монтажной площадке двухосного прицепа.

При отсутствии планировки грунта вдоль эстакады и наличии коммуникаций, препятствующих проезду механизмов или автомобилей, раскатку кабеля осуществляют электролебедкой, установленной на одном из концов эстакады.

При небольшом количестве кабелей в кабельных сооружениях, протяженностью не более 50 м, их прокладывают вручную. По предварительным замерам нарезают кабель необходимой длины, затем вручную переносят и укладывают его на предназначенное проектом место.

Прокладка в производственных помещениях (на горизонтальных участках). В каналах производственных помещений и сооружений прокладку выполняют с помощью механизмов и приспособлений, применяемых при прокладке кабелей в траншеях. Один комплект рассчитан на кабельную трассу длиной до 500 м. По трассе каналов устанавливают универсальные индивидуальные приводы с электрическим двигателем ПИК-4Э, так как привод с бензиновым двигателем загрязняет воздух помещений выхлопными газами. Технология работы этих механизмов описана выше. На прямых участках каналов и сооружений кабель прокладывают на роликах ПС-50, а затем перекалывают вручную на конструкции.

Механизированную прокладку кабелей по блокам кабельных конструкций, установленных в производственных помещениях на высоте до 6 м, выполняют с площадки электропогрузчика или другими механизмами.

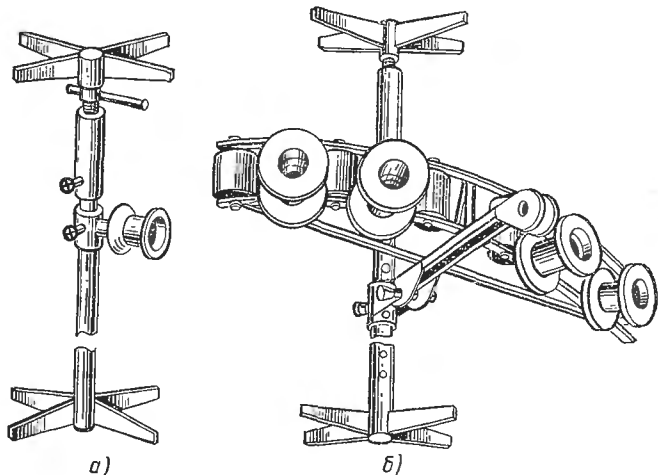


Рис. 51. Линейный (а) и угловой (б) универсальные распорные ролики

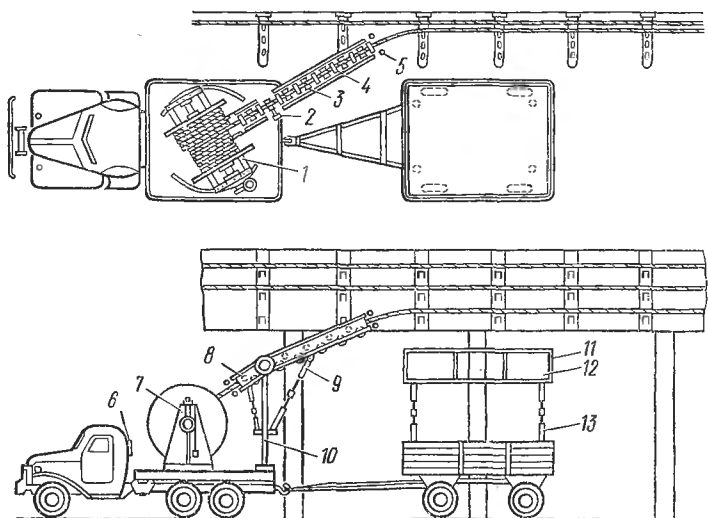


Рис. 52. Механизированная прокладка кабеля по конструкциям, установленным на эстакадах:

1 — поворотная рама, 2 — электродвигатель для вращения приводных роликов, 3 — приводные ролики, 4, 5 — поджимные и направляющие валики, 6 — пульт управления, 7 — кабельный домкрат, 8 — роликовый транспортер, 9 — винт, 10, 13 — стойки транспортера и рабочей площадки, 11 — ограждение, 12 — рабочая площадка

ми. Раскатку кабеля по конструкциям в производственных помещениях производят электрической лебедкой, тросом и роликом, а также специальным устройством (рис. 53), заменяющим лебедку.

Устройство для подъема, вращения и торможения кабельных барабанов 1 состоит из двух стоек 5, связанных между собой тягами 3, двух приводных роликов 4, соединенных валом 2, двух неприводных катков 6 и трехскоростного электродвигателя с редуктором. Грузовыми винтами 7 подают неприводные катки под реборды щек барабана. При отключении электродвигателя происходит самоторможение кабельного барабана.

Механизированную раскатку и раскладку кабелей на протяженных трассах кабельных конструкций и лотков, в том числе установленных на различной высоте, выполняют специальным комплектом механизмов и приспособлений, называемых «непрерывной нитью». Этот комплект позволяет раскатывать по роликам отдельные контрольные и силовые кабели или пакеты из них вдоль трассы на высоте с последующей укладкой их на лотки или в короба со скоростью 24 м/мин. При длине прямых

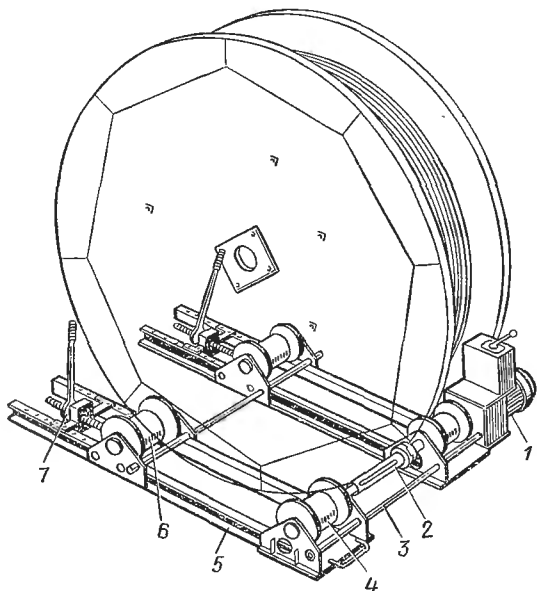


Рис. 53. Устройство для подъема, вращения и торможения кабельных барабанов

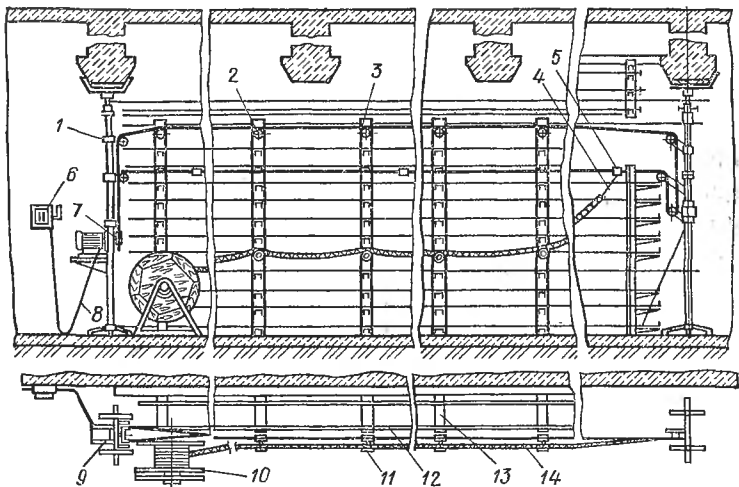


Рис. 54. Прокладка кабеля по конструкциям и лоткам с применением комплекта «непрерывная нить»

участков трассы не менее 200 м с большим заполнением кабелями рационально применять комплект механизмов и приспособлений, установка которого требует дополнительных затрат труда (два-три электромонтера устанавливают его в течение 3,5 ч).

Технологический процесс раскатки с применением «непрерывной нити» позволяет заменить работу бригады (семь человек) звеном (два-три человека). Комплект «непрерывная нить» (рис. 54) состоит из четырех основных стоек 1, поддерживающих и раскаточных роликов 2, 11, приводного механизма (двигателя-редуктора) 9, замкнутого каната 5 и кабельного захвата 4. Основные стойки устанавливают в начале и конце трассы. Вдоль их оси на раме перемещается приводной механизм, обеспечивающий натяжение каната, приводимого в действие шкивом 7. Верхняя (ведомая) нить каната опирается на поддерживающие ролики. Управление механизмом осуществляется по кабелю 8 с пульта 6. Пакет заготовленного кабеля 14 или одиночный кабель, предварительно закрепленный в кабельном захвате, навешивают на нижнюю (ведущую) ветвь каната и перемещают от кабельного барабана 10 до места трассы, определенного кабельным журналом. Затем пакет кабеля или кабель освобождают от захвата и укладывают на лоток 12, установленный на полках 13 и стойках 3 кабельных конструкций.

Прокладку кабелей по лоткам, установленным на небольшой высоте, выполняют с помощью лебедки с последующей укладкой на отведенное место.

Монтаж отдельных кабельных линий небольшой протяженности выполняют вручную (например, при прокладке одного кабеля длиной не более 100 м или двух-трех кабелей длиной не более 50 м). Кабель с барабана, установленного на домкратах, разматывают, переносят и укладывают на кабельные конструкции.

Протягивание кабелей через трубы, заделанные в полу, фундаментах, а также в междуэтажных перекрытиях выполняют с помощью лебедки, электропривода (рис. 55), пневматическими приспособлениями и т. д. При длине труб до 20 м и небольшом объеме работ протягивание производят вручную, при этом предварительно затянутый трос прикрепляют к концу кабеля проволочным чулком или непосредственно к жилам кабеля.

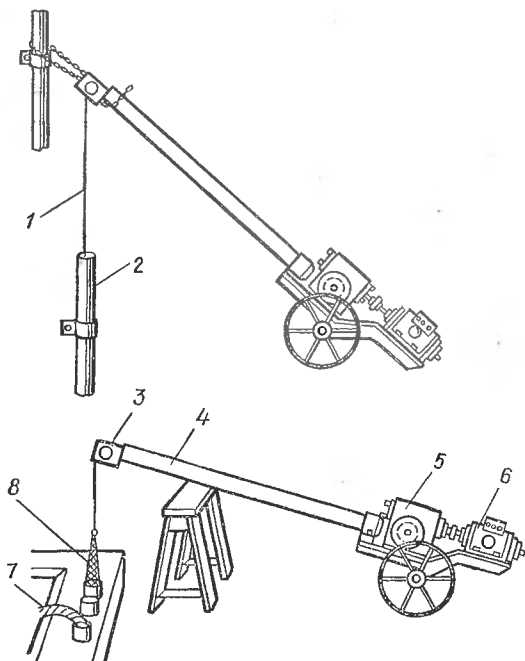


Рис. 55. Протягивание кабеля через трубы с помощью лебедки электропривода:

1— трос, 2— труба, 3— обойма с блоком, 4— штанга, 5— лебедка, 6— электродвигатель, 7— кабель, 8— чулок для захвата кабеля

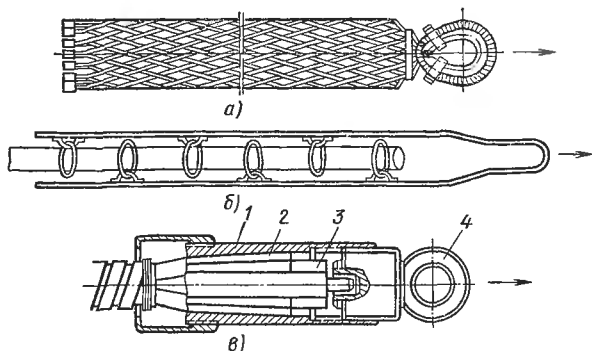


Рис. 56. Приспособления для захвата конца кабеля при механизированной прокладке:

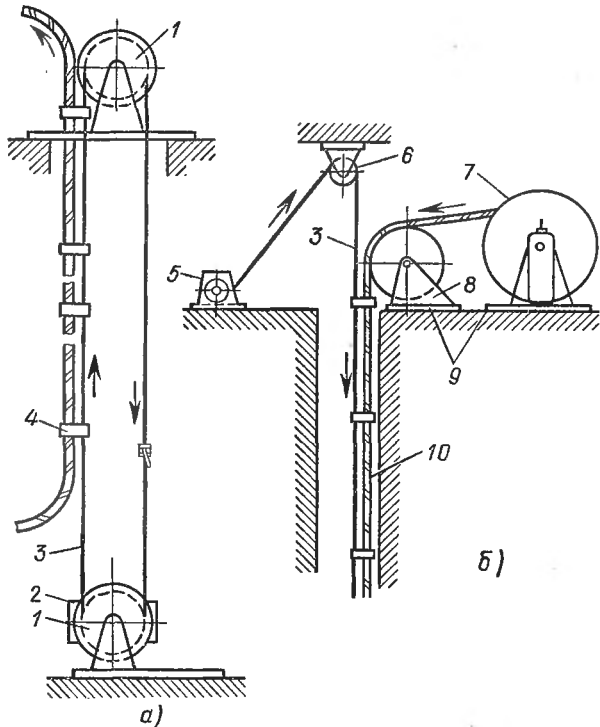
а — чулок, *б* — кольцевой захват, *в* — зажим; *1* — корпус с внутренним конусом, *2* — токопроводящие жилы, *3* — конусный клин, *4* — головка

Прокладка в производственных помещениях (на вертикальных участках). Основным способом прокладки кабеля на вертикальных участках является его подъем с помощью лебедки. Барабан с кабелем устанавливают на нижней отметке трассы на кабельных домкратах или на специальном устройстве (см. рис. 53), а лебедку — на верхней отметке. Кабель поднимают тяжением троса. Трос прикрепляют к концу кабеля проволоочным чулком (рис. 56, *а*), кольцевым захватом (рис. 56, *б*) или непосредственно за жилы (рис. 56, *в*). Кроме того, можно поднимать кабель непрерывным тросом, перемещаемым электроприводом (рис. 57, *а*).

При наличии средств механизации для подъема барабана с кабелем на верхнюю отметку вертикального участка при разности уровней 30—80 м спуск кабеля выполняют также с помощью лебедки и поддерживающего троса (рис. 57, *б*). Барабан с кабелем и лебедку устанавливают на верхней отметке. Кабель по мере спуска вниз крепят зажимами к разматываемому стальному тросу.

Подводная прокладка. При переходах рек, каналов, озер и других водоемов кабели, как правило, заглубляют не менее чем на 1 м, а маслонаполненные кабели не менее чем на 2 м. Разработку траншей на трассах с некаменистым дном выполняют гидромониторами, скреперами или землечерпалками, в скальных грунтах и каменистом дне — с помощью взрывов.

Для подводной прокладки кабельных линий применяют кабели в свинцовой оболочке с броней из плоской



а)

б)

Рис. 57. Вертикальная прокладка кабеля с помощью электропривода (а) и лебедки (б):

1 — шкив, 2 — редуктор, 3 — трос, 4 — зажимы, 5 — лебедка, 6 — блок, 7 — барабан с кабелем, 8 — вспомогательный барабан, 9 — стойки, 10 — кабель

или круглой проволоки с внешним защитным антикоррозионным покровом. Строительные длины кабелей, как правило, подбирают таким образом, чтобы соединительные муфты выполнялись вне водоемов.

Кабель выводят из воды в трубах, плотно заделанных на берегу. На набережных в месте выхода кабелей устраивают колодцы (рис. 58). На берегах водоемов в местах подхода кабельной линии создают запас кабеля длиной не менее 10 м. Проложенный кабель закрепляют на берегах в соответствии с указаниями проекта.

При параллельной прокладке кабелей, заглубляемых в дно, расстояние между ними принимают не менее 0,25 м. При прокладке в воде (без заделки в дно) расстояние между кабелями увеличивают в зависимости от

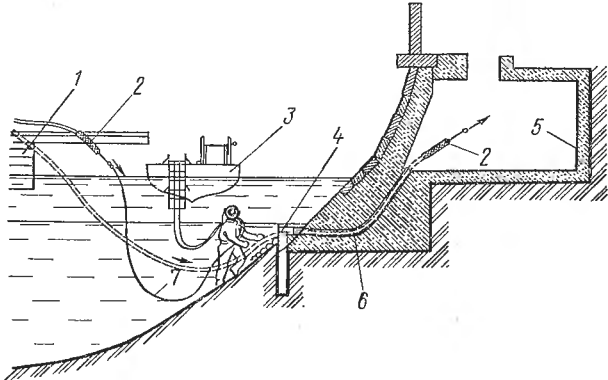


Рис. 58. Прокладка кабеля под водой и ввод его в береговой колодец:

1 — понтон с кабелем, 2 — проволочный чулок, 3 — водолазный бот, 4 — пробка, 5 — береговой колодец, 6 — труба, 7 — трос

глубины водоема и скорости течения. Эти расстояния могут быть свыше 20 м.

Через водоемы кабель прокладывают тяжением каната лебедками, установленными на берегах, с баржи, перемещаемой лебедками поперек водоема, с буксируемой или самоходной баржи, либо самоходного судна, а в зимних условиях — со льда. Скорость механизированной прокладки не должна превышать 12 м/мин. Переходы через небольшие реки, ручьи осуществляют бестраншейным способом с помощью ножевого кабелеукладчика, буксируемого на тросе тракторами (с подстраховкой на обоих берегах). Выбор метода прокладки определяют в проекте.

§ 29. ПРОКЛАДКА ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Кабели любой конструкции, независимо от вида изоляции и напряжения, а также способа монтажа, следует прокладывать при положительной температуре. При отрицательной температуре кабели прокладывают с предварительным прогревом. При температуре окружающей среды ниже -40°C прокладка всех марок кабеля (в том числе и подогретого) не допускается.

Во время прокладки кабеля с бумажной изоляцией при отрицательной температуре маслоканифольный состав, которым пропитана изоляция, теряет свою вязкость и смазочную способность. При отсутствии предваритель-

ного прогрева кабеля во время его изгиба между бумажными слоями будет отсутствовать скольжение. Застывая, кабельный состав будет не смазывать слои бумаги, а склеивать. При этом в местах изгиба кабеля возможны разрывы бумажных лент изоляции кабеля, а следовательно, снижение электрической прочности. В процессе эксплуатации в этих местах происходит повреждение кабеля. Поэтому размотку, переноску и прокладку кабеля с бумажной изоляцией выполняют в холодное время без предварительного подогрева только в тех случаях, когда температура окружающего воздуха в течение 24 ч до начала прокладки не снижалась, хотя бы временно, ниже 0°C . Кратковременные (в течение 2—3 ч) понижения температуры (ночные заморозки) не принимаются во внимание при условии положительной температуры в предыдущий период времени (до прокладки кабеля).

При отрицательной температуре окружающей среды пластмассовая и резиновая изоляция кабелей также твердеет и становится хрупкой. В этом состоянии изоляция не выдерживает нагрузок, возникающих при размотке, перемотке и прокладке кабелей.

Для силовых кабелей в зависимости от конструкции пластмассовой изоляции оболочки или жил прокладка без подогрева разрешается при температурах от 0 до -20°C , а для кабелей с резиновой изоляцией — от -7 до -20°C .

Во всех случаях прогрев кабелей напряжением до 35 кВ включительно выполняют трехфазным током при соответствующей теплоизоляции барабанов (войлочно-брезентовым капотом, сооружением временного тепляка и т. д.).

При отсутствии источника трехфазного тока кабели прогревают постоянным или однофазным током с бифилярным соединением двух жил. При температуре наружного воздуха не ниже -20°C кабели прогревают внутри помещений при температуре окружающей среды до 40°C . В случае отсутствия теплых помещений и источников электрического тока кабели прогревают в специальных тепляках (рис. 59) горелками инфракрасного излучения или воздуходувками. Прогрев маслонаполненных кабелей напряжением 110 кВ током запрещается.

Для прогрева кабеля электрическим током собирают схемы (рис. 60) и применяют сварочные трансформаторы или специальные трансформаторы АТСПК-25, за-

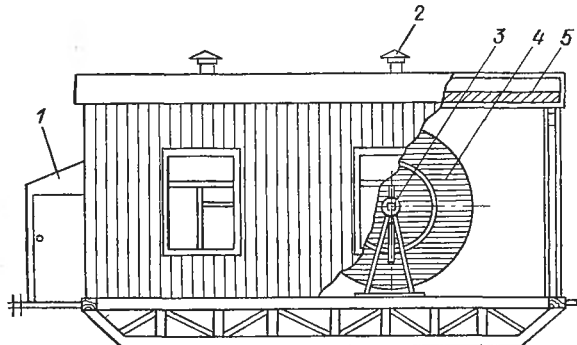


Рис. 59. Передвижной тепляр:

1— шкаф с газовыми баллонами, 2— вытяжка, 3— домкрат, 4— барабан с кабелем, 5— балка для тали

крепленные в кольцевой оправе, позволяющей удобно их перекачивать к месту производства работ. При недостаточной мощности одного трансформатора необходимая мощность может быть достигнута параллельной работой нескольких трансформаторов.

Перед прогревом обшивку кабельного барабана удаляют, колпачки с концов кабеля срезают. Для прогрева кабеля с бумажной или пластмассовой изоляцией трехфазным током на внутреннем конце кабеля накоротко соединяют все жилы (рис. 60, а), а для прогрева постоянным или однофазным током, кроме того, две жилы кабеля соединяют на его наружном конце (рис. 60, б). Закороченный конец кабеля закрывают колпачком так, чтобы его жилы не доходили до его торца не менее чем на 50 мм. Наружный конец кабеля, к которому подводят ток, временно заделывают битумной воронкой. Корпус воронки изготовляют из толя, рубероида, электрокартона и т. д.

Прогрев кабелей трехфазным током прекращают в тот момент, когда температура наружного покрова внешних витков прогреваемого кабеля достигнет: 20°C — при температуре наружного воздуха выше -10°C , 30°C — при температуре наружного воздуха ниже -10°C . Контроль температуры при прогреве кабеля осуществляется термометром, нижний конец которого плотно соприкасается с наружным покровом одного из внешних витков кабеля посередине барабана. Место соприкосновения термометра с кабелем утепляют снаружи войлоком.

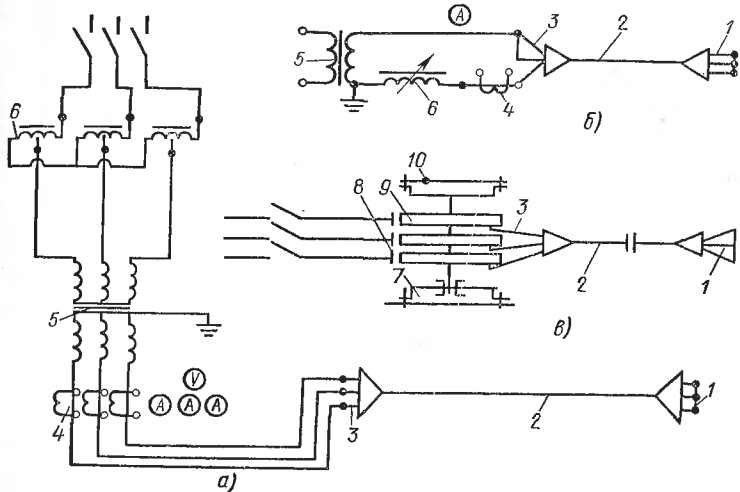


Рис. 60. Схемы прогрева кабелей трансформаторами:

а — трехфазным, б — однофазным сварочным, в — трехфазным с кольцевым электроприемником; 1 — жилы внутреннего конца кабеля, 2 — прогреваемый кабель, 3 — жилы наружного конца кабеля, 4 — трансформатор тока, 5 — трансформатор, 6 — регулируемый трансформатор, 7 — стальной корпус, 8 — щетки, 9 — контактные кольца, 10 — щека барабана

Температуру воздуха внутри помещений или тепляков устанавливают от 5 до 10 °С при продолжительности прогрева кабеля не менее 3 сут; от 10 до 25 °С — не менее 1 сут и 25–40 °С — не менее 18 ч.

После предварительного прогрева прокладку кабеля выполняют при температуре от 0 до –10 °С не более 1 ч, от –10 до –20 °С — не более 40 мин, от –20 °С и ниже — не более 30 мин.

При невозможности прокладки кабеля в указанный срок обеспечивают постоянный подогрев кабеля двумя способами. В первом случае (когда позволяют условия трассы) на транспортируемом барабане жилы внутреннего конца кабеля замыкают накоротко. Электропитание для прогрева подводят к наружному концу, укладываемому в начале трассы и закрепляемому около источников прогрева. Во втором случае закорачивают жилы наружного конца кабеля, а к жилам внутреннего конца через кольцевой электроприемник подводят ток (рис. 60, в).

Прогретые кабели укладывают с повышенным запасом 3–4 % по длине вместо 1–3 %, так как при охлажде-

нии нагретый кабель укорачивается и натягивается сильнее, чем при обычных условиях. Засыпку прогретых кабелей слоем мелкой земли выполняют сразу после их прокладки, а окончательную засыпку и уплотнение — только после охлаждения.

Контрольные вопросы

1. Назовите способы перемещения и подъема кабельных барабанов.
2. Расскажите о наиболее характерных повреждениях кабелей, возникающих при нарушении технологии их прокладки.
3. Для чего устанавливают контроль за усилием тяжения кабелей при их прокладке?
4. Что такое бестраншейная прокладка кабелей?
5. Какие основные требования предъявляют к прокладке кабелей с бумажной изоляцией при низкой температуре окружающей среды?

Глава VII. МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ И ОКОНЦЕВАНИЯ КАБЕЛЯ

§ 30. ОСНОВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Электромонтеры-кабельщики при выполнении монтажных работ применяют обширную номенклатуру материалов и изделий, которые поставляют в разрозненном виде или в специальных комплектах, изготавливаемых на заводах-изготовителях (см. § 31). (В дальнейшем в целях сокращения слово «изделий» будет опущено.)

Для обеспечения высоких качества монтажных работ и эксплуатационной надежности электрических установок к применяемым материалам предъявляют технические требования, изложенные в ГОСТах, ТУ и других нормативных документах. Транспортировку и хранение выполняют также в соответствии со специальными указаниями, приведенными в ГОСТах или ТУ для каждого вида материалов.

Все материалы, применяемые в электромонтажном производстве, разделяют на основные и вспомогательные.

ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

К этой группе относят материалы, которые после выполнения работ остаются в составе смонтированных изделий, конструкций, оборудования и т. д. Например,

эпоксидный компаунд после заливки в корпус муфты и последующего отверждения входит в состав этой муфты. К основным материалам относят черные и цветные металлы, электроизоляционные и химические материалы, лаки, краски и др.

Пропиточные и заливочные составы. При монтаже соединительных муфт и концевых заделок кабелей с бумажной изоляцией применяют пропиточные и заливочные составы, технические характеристики которых приведены в табл. 9. Пропиточным составом МП удаляют влагу, загрязнения при монтаже соединительных муфт, кроме того, им компенсируют убыль состава в бумажной изоляции концов кабеля.

Заливочные кабельные составы предназначены для повышения электрической прочности и герметичности муфт. В зависимости от марки кабеля и типа кабельных муфт применяют различные заливочные составы: масложидкие МК, битумные МБ, МБМ или жидко-канифольные КЖ, битумно-канифольные КБМ, битумно-масляные КБММ, битумно-канифольно-масляные КБМММ, битумно-канифольно-масляно-фурфурольные КБМММФ.

Составы не допускают недогрева или перегрева против установленной температуры. Так, например, для битумных составов это ведет к образованию раковин, воздушных включений или трещин, а для жидко-канифольных — к последующей кристаллизации, т. е. распаду на отдельные составные части (жидкость и смолу).

Заливочные составы поставляют в ведрах или бидонах из жести, на которых имеется этикетка с обозначением марки состава и предельной температуры его разогрева. Ведра (бидоны) изготовляют емкостью не более 10 л с герметичной крышкой.

Эпоксидные компаунды. Для изготовления кабельной арматуры и ее последующего заполнения при монтаже муфт и заделок применяют эпоксидные компаунды К-176, К-115, УП-5-199 и УП-5-199-1 отечественного производства. В случае их отсутствия возможно применение компаунда Э-2200, изготавливаемого фирмой «Хемапол» (Чехословакия) и другие эпоксидные компаунды отечественного или зарубежного производства с аналогичными техническими характеристиками.

В отвержденном состоянии эпоксидные компаунды надежно защищают изоляцию кабеля от увлажнения, воздействия большинства органических растворителей (дихлорэтана, бензола, толуола, ксилола и др.), слабых кислот, растворов щелочей, масел, бензина, керосина. Они обладают высокими техническими характеристиками.

**Т а б л и ц а 9. Технические характеристики пропиточных
и заливочных составов**

Наименование и марка состава	Температура при заливке, °С	Область применения
Маслокани- фольный МП	120—130	Прошпарка разделанных концов кабеля напряжением 3—35 кВ в процессе монтажа муфт для удаления влаги и загрязнений и пополнения пропиточного состава изоляции
Битумный МБ-70/60 *	160—170	Заливка муфт и заделок кабеля напряжением до 10 кВ; соединительных муфт, монтируемых в земле; соединительных муфт и концевых заделок, монтируемых в неотапливаемых помещениях с температурой не ниже -10 °С; концевых муфт наружной установки в районах с температурой не ниже -10 °С
Битумный МБ-90/75 *	180—190	Заливка муфт и заделок кабеля напряжением до 10 кВ; соединительных муфт, монтируемых в земле и концевых муфт наружной установки в районах с жарким климатом; соединительных муфт и концевых заделок, монтируемых внутри отапливаемых помещений
Маслоби- тумный моро- зостойкий МБМ	160—170	Заливка муфт и заделок кабеля напряжением до 10 кВ, монтируемых на открытом воздухе и в неотапливаемых помещениях при температуре окружающей среды до -35 °С
Маслокани- фольный МК-45	130—140	Заливка соединительных стопорных и концевых муфт внутренней установки для кабеля напряжением 20 и 35 кВ
Канифоль- но-фурфуроль- ный морозо- стойкий КФМ	120	Заливка муфт кабеля напряжением до 35 кВ, монтируемых на открытом воздухе и в неотапливаемых помещениях при температуре окружающей среды до -50 °С.

* У составов МБ-70/60 и МБ-90/75 в числителе указана температура каплепадения, в знаменателе — средняя температура размягчения.

ми, хорошей адгезией к металлам и другим материалам, отличаются стойкостью к изменению температурных условий, работают в пределах температур от -50° до +100 °С, противостоят вибрации, их механическая прочность близка к прочности чугуна и латуни.

Эпоксидные компаунды представляют собой многокомпонентные смеси на основе эпоксидных смол. Для кабельных муфт и заделок из отечественных компаундов в настоящее время применяют смолу ЭД-20. Эпоксидные смолы используют только с введенными в них отвердителями. При этом смолы способны переходить из жидкого в твердое и нерастворимое состояние. В этом случае отвержденная эпоксидная смола является простейшим двухкомпонентным эпоксидным компаундом. При введении дополнительных веществ: пластификаторов, наполнителей получают многокомпонентные эпоксидные компаунды.

В качестве отвердителей эпоксидных смол применяют амины органических кислот: полиэтиленполиамин (ПЭПА), диэтилентриамин (ДЭТА), а также композиции из аминов УП-0633М, УП-0636 и УП-583. (табл. 10).

Таблица 10. Количество отвердителей, необходимое для отверждения эпоксидных компаундов

Марка	Отвердители при температуре окружающей среды ниже 10 °С	Количество мас. ч. отвердителя на 100 мас. ч. компаунда (без наполнителя)	Отвердители при температуре окружающей среды выше 10 °С	Количество мас. ч. отвердителя на 100 мас. ч. компаунда (без наполнителя)
К-176	ДЭТА, ПЭПА	8	ПЭПА	8
	УП-0633М	18	УП-0633М	18
К-115	ДЭТА, ПЭПА	10	»	10
	УП-0633М	22		22
Э-2200	ДЭТА, ПЭПА	8	ДЭТА, ПЭПА	8
УП-5-199	УП-0636	22	УП-0636	25
	УП-583	10		
УП-5-199-1	УП-0633М	12	УП-0633М	18
	УП-583	10		

Отвердители расфасовывают на заводе в закупоренной стеклянной таре в количестве, необходимом для данных марки и размера муфты. Отвердители вводят в эпоксидный компаунд непосредственно перед заливкой его в корпус муфты на месте монтажа и тщательно перемешивают.

Для уменьшения хрупкости, повышения стойкости к тепловым ударам, увеличения эластичности отливок и снижения коэффициента линейного расширения в смолу вводят пластификаторы.

В эпоксидный компаунд в качестве наполнителя вводят пылевидный кварц КП, который уменьшает коэффициент линейного теплового расширения, снижает саморазогрев компаунда при отверждении, уменьшает усадку, улучшает теплопроводность и механические характеристики, а также снижает горючесть. Введение наполнителя значительно уменьшает стоимость литой изоляции.

С заводов-изготовителей кабельной арматуры эпоксидный компаунд поставляют с наполнителем — пылевидным кварцем КП-2 или КП-3. Для удаления влаги или органических примесей его прокаливают при 200—300 °С. Эпоксидный компаунд с введенным кварцем перемешивают в смесителях и вакуумируют. В процессе вакуумирования из компаунда улетучиваются воздушные включения, образуемые при введении в компаунд наполнителя и его перемешивании. Готовый эпоксидный компаунд с наполнителем расфасовывают в герметические банки, крышки которых завальцовывают. Срок годности применения готового компаунда 1 год.

Бумажные ролики, рулоны и бобины из хлопчатобумажной пряжи. Для изолирования мест соединения жил кабеля с бумажной изоляцией напряжением 1—35 кВ и усиления изоляции в местах оконцевания кабеля напряжением 20 и 35 кВ применяют бумажные ролики, рулоны и бобины.

Ролики наматывают непосредственно на место соединения жил до уровня заводской поверхности бумаги.

Рулоны накладывают поверх изоляции, выполненной роликами при монтаже соединительных и стопорных муфт напряжением 6—35 кВ (см. гл. IX). В концевых муфтах напряжением 20 и 35 кВ рулоны применяют для наложения дополнительной изоляции. Бобины пропитанной хлопчатобумажной пряжи применяют при закреплении бумажной изоляции.

Ролики и рулоны изготавливают из кабельной бумаги, перевязывают хлопчатобумажной пряжей, подсушивают под вакуумом, пропитывают маслоканифольным составом и вместе с бобинами вкладывают в банки, заполненные тем же составом. Затем банки герметизируют, развальцовывая их крышки.

С учетом марки, размера муфты, а также напряжения разделяемого кабеля в каждую банку вкладывают комплект роликов, рулонов и пряжи. Всего изготавливают 16 комплектов.

Например, комплект № 2 применяют для соединительной трехфазной муфты СС-80 или СС-90 трехжильного кабеля напряжением 6 кВ, сечением 70—150 мм² и напряжением 10 кВ, сечением 35—95 мм². В состав комплекта входят семь роликов шириной 5, 12—10, один — 50 мм; четыре рулона шириной 200 мм и одна бобина пропитанной хлопчатобумажной пряжи. Банку, в которую вкладывают комплект роликов, рулонов и пряжи, изготавливают высотой 250 и диаметром 99 мм.

Ленточные материалы. По своему назначению ленточные материалы при монтаже муфт и заделок можно подразделить на следующие виды:

изоляционные, предназначенные для усиления электрической прочности изоляции. Разновидностью изоляционных являются ленты, обеспечивающие повышенную теплостойкость изоляции (например, ленты из стеклянных нитей);

полупроводящие, применяемые для восстановления полупроводящих слоев;

уплотняющие, обеспечивающие герметичность, защиту от коррозии и уплотнение между конструктивными элементами кабеля (броня, оболочка и др.) и корпусом муфт;

вспомогательные, применяемые при монтажных работах (например, асбестовые ленты при производстве термитной сварки).

Наиболее универсальными являются самосклеивающиеся ленты ЛЭТСАР (электроизоляционные, термостойкие, самослипающиеся, резиновые радиационной вулканизации). Их применяют при монтаже муфт и заделок кабелей с бумажной и пластмассовой изоляцией. Они могут служить основной изоляцией (например, лента ЛЭТСАР ЛПм) и полупроводящим экраном (например, лента ЛЭТСАР ЛППм), уплотняющей, герметизирующей, а также адгезионной прослойкой к металлу и пластмассам (например, ленты ЛЭТСАР, ЛЭТСАР ЛПм, ЛЭТСАР ЛП).

Самосклеивающуюся электроизоляционную ленту СЭЛ марки А изготавливают на основе полиолефинов. Лента имеет хорошую адгезию к полиэтилену, ПВХ и металлам и применяется при монтаже кабелей с пластмассовой изоляцией. Область применения ленты ограничена из-за низкого предела прочности на разрыв, поэтому ее используют в кабельной арматуре только как адгезионную прослойку. Ширина ленты 15 и 25, толщина

1,0 мм. Для предохранения слоев лент от слипания между ними прокладывают разделяющий слой из резино-стеклолакотканевой ленты. Ленту окрашивают в черный цвет.

Ленту марки ЛЭТСАР изготавливают на основе кремнийорганических каучуков, вулканизированных радиационным методом, ее применяют при монтаже кабелей с бумажной и пластмассовой изоляцией в качестве адгезионной прослойки к металлу и полиэтилену. Лента термостойкая, влаго- и маслостойкая, а также стойка к действию ультрафиолетовых лучей и озона. Ширина применяемой ленты 26 мм, толщина 0,2—0,5 мм. Ленту окрашивают в красный цвет.

Лента марки ЛЭТСАР ЛП обладает хорошими адгезионными качествами. Ее используют при монтаже кабелей с пластмассовой изоляцией. Для предохранения ленты от слипания между ее слоями прокладывают полиэтиленовую или эластичную ПВХ ленту. Ширина применяемой ленты 15 и 25 мм, толщина 0,6—0,9 мм. Ленту окрашивают в красный цвет.

Лента марки ЛЭТСАР ЛПП служит для восстановления полупроводящего экрана при монтаже кабелей с пластмассовой изоляцией. Ширина применяемой ленты 20 мм, толщина 0,8 мм. Ленту окрашивают в черный цвет.

Ленту марки ЛЭТСАР ЛПм применяют для кабелей с бумажной изоляцией в качестве уплотняющей, герметизирующей. Ее окрашивают в черный цвет. Лента имеет высокую механическую прочность, работает устойчиво при температурах от +90 до -50 °С. Ширина применяемой ленты 25 мм, толщина 0,8 мм.

Ленту ЛЭТСАР ЛППм применяют как полупроводящий экран при монтаже кабелей с бумажной изоляцией. Ее окрашивают в черный цвет.

Лента работает устойчиво при температурах от +150 до -50 °С. Ширина применяемой ленты 15 и 25 мм, толщина 0,6—0,9 мм.

В качестве уплотняющих применяют липкие и нелипкие пластмассовые ленты, пропитанные и непропитанные хлопчатобумажные, смоляные, а также ленты из маслостойкой резины. Эти ленты в некоторых элементах конструкции муфт и заделок применяют как изолирующие.

Ниже приведены технические характеристики этой группы ленточных материалов.

Поливинилхлоридную электроизоляционную липкую ленту марки ПВХ изготавливают на основе светотермостойкого изоляционного пластика, преимущественно светло-синего цвета. На одну сторону ленты наносят липкий состав, состоящий из ПВХ смолы и трикризилфосфата. Лента морозостойка, эластична, имеет хорошие механические свойства, удовлетворительную адгезию к ПВХ и металлам. Ширина применяемой ленты 15—50 мм, толщина 0,2—0,45 мм.

Поливинилхлоридную электроизоляционную нелипкую ленту марки ЛВ выпускают некрашеной или окрашивают в разные цвета. Лента морозо- и теплостойкая, обладает высокой электрической прочностью. Ширина применяемой ленты 13—50 мм, толщина 0,55—0,9 мм.

Полиэтиленовая липкая лента ПЛ состоит из полиэтиленовой основы с нанесенным на нее бензиновым раствором композиции полиизобутилена. Ленту выпускают двух марок А и Б (отличающихся толщиной) неокрашенной или окрашенной в разные цвета. Лента имеет хорошие механические характеристики, горюче-, морозо- и термостойка. Ширина применяемой ленты 30—50, толщина 0,11—0,13 мм.

Ленту ЛМБ изготавливают из маслобензиностойкой листовой технической резины МБ преимущественно черного цвета. Лента горюче-, термо- и морозостойка. Ширина применяемой ленты 25, 35, толщина 1,0 мм.

Лакотканевая электроизоляционная лента ЛХМ-105 имеет хлопчатобумажную основу, пропитанную лаком, хорошие механические характеристики и окрашена в светло-коричневый цвет. Она горюча и термостойка. Ширина применяемой ленты 25 и 30, толщина 0,15—0,3 мм.

Электроизоляционная лента из стеклянных нитей ЛЭС представляет собой тканевую основу из стеклянных крученых нитей, пропитанных парафиновой эмульсией. Лента не воспламеняется, имеет высокие механические характеристики, выпускается белого цвета. Ширина применяемой ленты 10—50, толщина 0,1—0,2 мм.

Хлопчатобумажная киперная или тафтяная лента гигроскопична и обычно применяется с пропиткой эпоксидным компаундом. Ленту окрашивают в белый цвет. Она имеет механические характеристики, горюча. Ширина ленты 10—40, толщина 0,12—0,45 мм.

Смоляная лента представляет собой хлопчатобумажную ткань, пропитанную битумами, сплавленными

с минеральным маслом. Лента имеет черный цвет, нетеплостойка, горюча. Ширина применяемой ленты 30—75, толщина 0,6—1,0 мм. Ленты поставляют с завода в рулонах. Наружный диаметр рулонов хлопчатобумажных и смоляных лент не более 170, ПВХ и ПЛ — 100, ЛВ и ЛЭС — 70, ЛМБ — 40, ЛХМ — 30, ЛЭСАР, ЛЭСАР ЛП — 150, СЭЛ — 90 мм.

Изоляционные трубки. Дополнительную изоляцию мест соединения и оконцевания жил, их защиту от действия света, воздуха и температуры, восстановление оболочек в соединительных муфтах выполняют изоляционными трубками. При монтаже кабельной арматуры и заделок применяют обычные изоляционные ПВХ трубки марки ХВТ, а также термоусаживаемые полиэтиленовые трубки марок ТТЭ-С, ТТЭ-Т; ТТШ и ПВХ трубки марки ТТВ.

Термоусаживаемые трубки применяют для изолирования мест соединения жил, восстановления оболочек в соединительных муфтах, герметизации жил в концевых заделках кабелей с пластмассовой изоляцией напряжением до 35 кВ.

Трубки ТТЭ-С, ТТЭ-Т изготовляют из полиэтилена и окрашивают в красный, зеленый, синий и черный цвета, соответственно обозначая буквами К, З, С, Ч.

Внутренний диаметр трубок ТТЭ-С и ТТЭ-Т (после усадки в свободном состоянии) от 10 до 55, толщина 1—2 мм.

Усадка трубки происходит при ее нагреве до 130—180 °С потоками горячего воздуха или быстро перемещающимся пламенем горелки. Диаметр усаживаемой трубки выбирают по специальным таблицам, приведенным в технической документации: после свободной усадки диаметр трубки должен быть на 10—20 % меньше диаметра изолируемого элемента.

Например, при диаметре соединения изолируемых жил 23 мм, по таблице выбирают трубку ТТЭ-С-40/20К, что означает: термоусаживаемая изоляционная трубка, изготовленная из стабилизированного полиэтилена; поставляемая диаметром 40 мм; при усадке — 20 мм; красного цвета. После нагрева трубка плотно обхватывает поверхность соединения изолируемых жил, так как диаметр ее после усадки в свободном состоянии на 15 % меньше диаметра поверхности соединения.

Для трубок ТТЭ коэффициент усадки (отношение исходного диаметра к диаметру после усадки) при диаметре до 18 мм равен 2—3, а при диаметре 20—55 мм — 2.

Усадка трубок по длине не превышает 15 % при ее диаметре до 18 мм и 5 % при диаметре 20—55 мм.

Термоусаживаемые шланговые трубки ТТШ изготовляют из полиэтилена черного цвета. Внутренний диаметр трубок в состоянии поставки 40—110 мм, а после усадки 20—55 мм, толщина стенки трубок после усадки в свободном состоянии 2 мм.

Термоусаживаемые трубки ТТВ из ПВХ пластика, применяемые в качестве оболочек в соединительных муфтах и для герметизации жил в концевых заделках кабелей с бумажной изоляцией, обладают маслостойкостью и не распространяют горения. Трубки могут быть окрашены в красный, зеленый, синий, черный, белый и желтый цвета. Так же, как у трубок ТТЭ, к их наименованию добавляют первую букву — наименование цвета. Усадку трубок ТТВ выполняют в той же технологической последовательности, что и трубок ТТЭ.

Трубки ХВТ из ПВХ пластика применяют при монтаже концевых заделок кабелей для защиты полиэтиленовых жил или оболочек от действия света, а также в качестве дополнительной изоляции. При монтаже концевых заделок с резиновой изоляцией жил трубки ХВТ применяют для защиты изоляции от разрушающего воздействия световых лучей, кислорода воздуха и температуры. Трубки изготовляют белого, красного, оранжевого, желтого, зеленого, голубого, синего, фиолетового, коричневого, серого и черного цветов с внутренним диаметром 8—22, толщиной стенки 0,5—1,3 мм. Длина трубок, выпускаемых заводами, с внутренним диаметром до 6 мм составляет не менее 5 м, с большим диаметром — не менее 2 м.

Материалы для сварки. Термитные патроны предназначены для сварки алюминиевых жил кабеля и состоят из термитного муфеля 1 и стального кокиля 2 с алюминиевыми колпачками 3 (рис. 61). Термитные патроны ПА предназначены для соединения жил встык, а патроны ПАТ — для соединения жил по торцам. Муфель изготовлен из термитной массы, в состав которой входят оксид железа, алюминий, ферромарганец и магний.

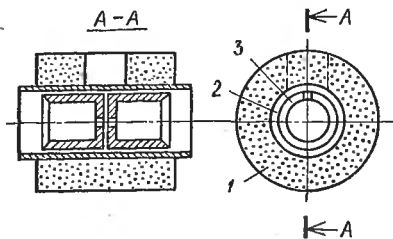


Рис. 61. Термитный патрон ПА

Термитные спички служат для поджигания патронов. Они изготовлены из деревянной соломки с напрессованной головкой, состоящей из термитного состава и воспламенителя.

Присадочные прутки при сварке алюминиевых жил изготавливают из сварочной проволоки марок СвА5с и СвАК5 диаметром 2—4 мм. При отсутствии сварочной проволоки допускается применение проволоки из повивов алюминиевых жил кабеля.

Материалы для лужения и пайки. Соединение металлических оболочек кабеля со свинцовыми, латунными и алюминиевыми муфтами, а также медных проводников заземления с металлическими оболочками, экраном и броней, соединение жил кабеля в гильзах и оконцевание наконечниками выполняют лужением и пайкой припоями. Сведения о припоях приведены в табл. 11.

Таблица 11. Припой для пайки и лужения

Марка	Температура плавления, °С		Плотность, г/см ³	Химический состав, %				
	начальная	конечная		олово	сурьма	медь	цинк	свинец
ПОС 40	183	238	9,3	39—41	—	—	—	Остальное
ПОССу30-0,5	183	255	8,7	29—31	0,05—0,5	—	—	То же
ПОССу 35-2	185	243	9,4	34—36	1,5—2	—	—	»
ПОССу 40-2	185	229	9,2	39—41	1,5—2	—	—	»
А	400	450	7,2	38,6—42,1	—	1,5—2	56—59	—

Примечание. Оловянно-свинцовые припои выпускают в чушках или из крутой проволоки диаметром 0,5—7 мм; прутков диаметром 8—15 мм; трехгранных прутков с размером сторон 10—16 мм, квадратных — 5—15 мм; лент; трубок наружным диаметром 1—5 мм, наполненных внутри паяльным флюсом — канифолью марки А.

Лужение и пайку алюминиевых оболочек выполняют припоем марки А, свинцовых и стальных оболочек, медных жил и стальной брони припоями марок ПОССу 30-0,5 и ПОССу 35-2 с меньшим содержанием олова. Наиболее универсальным является припой марки ПОССу 40-2. Применение припоя ПОС 40 допускают только при отсутствии припоев рекомендуемых марок.

Для растворения оксидов при пайке применяют флюсы, сведения о которых приведены в табл. 12. При

Таблица 12. Флюсы для пайки

Наименование	Температура размягчения, °С	Температурный интервал флюсующего действия, °С	Характеристика
Паяльный жир	70	180—600	Однородное твердое вещество желто-серого цвета
Сосновая канифоль марки А или В	54—73	225—300	Стекловидное желтое вещество
Раствор канифоли в этиловом спирте КСп	—	225—300	Жидкость от желтого до светло-коричневого цвета
Стеариновая техническая кислота	53—65	185—240	Чешуйчатое белое со слегка желтоватым оттенком вещество или порошок

лужении и пайке алюминиевых жил и оболочек, пайке медных проводников к стальной броне используют флюс — паяльный жир. Пайку свинцовых оболочек и муфт кабеля выполняют с применением флюса стеариновой кислоты, а пайку медных экранов и медных жил кабеля — сосновой канифоли. Для пайки медных экранов и медных жил специального назначения применяют флюс КСп.

Лаки, эмали, клей и растворители. Лаки представляют собой растворы пленкообразующих веществ (смола, битумов, масел и т. д.) в летучих органических растворителях. При высыхании лака растворитель улетучивается, а лаковая основа переходит в твердое состояние.

Лаки бывают горячей (печной) сушки (ГФ-95), требующие для своего высыхания повышенной температуры, и холодной (воздушной) сушки (цапон-глифталевый лак), которые высыхают при температуре окружающей среды.

Лаки, применяемые при монтаже кабельной арматуры, разделяют также на электроизоляционные и защитные. Электроизоляционные, в свою очередь, подразделяют на покровные и пропиточные. Назначение электроизоляционного покровного лака — создавать на кабельной арматуре защитный изоляционный слой, предохраняющий внутренние слои от внешних воздействий: грязи, пыли, влаги и т. д. К таким лакам, например, относят битумный лак БТ-99. Пропиточные изоляционные лаки увеличивают электрическую прочность изоляции, механическую прочность отдельных узлов вследствие за-

полнения лаковой основой воздушных включений в кабельной арматуре. К ним относят такие лаки, как глифта-левый ГФ-95, цапон-глифта-левый, битумные БТ-980, БТ-987 и БТ-988. Одной из разновидностей пропиточного лака служит кремнийорганический лак КО-916, который применяют в качестве адгезионной прослойки между самосклеивающимися или полупроводящими лентами с металлом или пластмассой. Этот лак холодной сушки, его наносят кисточкой тонким слоем на обрабатываемую поверхность. Перед намоткой самосклеивающихся лент лак должен высохнуть.

Покровные изоляционные эмали состоят из лаков с введенными в них пигментами (красителями — неорганическими наполнителями) с целью повышения механической прочности, дуго- и влагостойкости. В качестве пигментов применяют литопон (смесь сернистого цинка и сернокислого бария), цинковые титановые белила и железный сурик. Эмали применяют для защитного покрытия отдельных деталей в кабельной арматуре. Например, корпус и изоляторы концевой муфты наружной установки, изготовленные из эпоксидного компаунда, покрывают эмалью ГФ-92-ХС, металлические поверхности муфт, нарушенные во время монтажа, а также места паек проводников заземления — эмалью ПВХ-26.

Клеи представляют собой вязкие органические и неорганические композиции на основе синтетических полимеров. При высыхании клея происходит отверждение клеевой пленки вследствие испарения растворителя.

Клей ПЭД-Б предназначен для обеспечения адгезии эпоксидных компаундов к ПВХ изоляции жил и оболочек кабеля у концевых и соединительных муфт. Клей представляет собой композицию хлорированной ПВХ смолы, эпоксидной смолы ЭД-20, циклогексана, метилхлорида. Клей хранят длительное время в закрытой стеклянной посуде. Перед употреблением к клею добавляют отвердитель ПЭПА или ДЭТА и смесь тщательно перемешивают. На 100 мас. ч. клея при температуре окружающей среды не выше 30°C добавляют 1,5—2 мас. ч. отвердителя. Приготовленный клей с введенным отвердителем наносят на поверхность ПВХ кисточкой. После нанесения клея испарение растворителей из него заканчивается через 1,5 ч при температуре окружающей среды 20°C. До заливки эпоксидного компаунда клей должен высохнуть.

Клей 88-Н используют для склеивания между собой найритовых трубок или приклеивания их к трубчатой части алюминиевых наконечников у концевых заделок внутренней установки. После нанесения клея на поверхность тонким слоем через 5—10 мин при температуре окружающего воздуха 18—23 °С образуется клеевая пленка, пригодная для склеивания изделий.

Для снижения вязкости лаков, эмалей, клеев, а также разбавления их до требуемой консистенции применяют растворители. Глифталевые и битумные лаки растворяют вместе с другими растворителями ксилолом, уайт-спиритом, толуолом, сольвентом; кремнийорганические — толуолом; эпоксидные — ацетоном; ПВХ — разжижителем Р-5 и растворителем Р-4, клей 88-Н — этилацетатом.

Растворители для каждой марки лака, эмали или клея выбирают по технической документации (ГОСТу, ОСТу, ТУ и т. д.). При неправильном выборе растворителя растворяемые компоненты могут свернуться, потерять необходимые изоляционные или защитные свойства, способность затвердевания.

Основные материалы, применяемые при ремонте и сборке кабельной арматуры. При ремонте фарфоровых изоляторов в металлических корпусах и кабельных концевых муфтах применяют армировочную замазку (3 мас. ч. свинцового глета и 1 мас. ч. глицерина), которую замешивают в стеклянной или фарфоровой посуде до получения сметанообразной массы. Замазка схватывается в течение 30—50 мин, а полностью затвердевает через 24 ч. Перед армировкой поверхности металла и фарфора покрывают асфальто-битумным лаком (например, БТ-980 или БТ-987). Пленка этих лаков является амортизатором при объемных изменениях соединяемых деталей.

Невулканизированную каландрированную починочную резину поставляют в виде рулонов массой 20—30 г, толщиной полотна 0,4—0,8 мм. Между листами имеются прокладки из кабельной бумаги или полиэтиленовой пленки. Починочной резиной заменяют поврежденные участки уплотнений в корпусах соединительных и ответвительных чугунных муфт.

Вспомогательные материалы

В отличие от основных вспомогательные материалы участвуют только в технологических процессах. Напри-

мер, газ пропан-бутан применяют при разогреве пропиточных кабельных составов. Пластилин предназначен для уплотнения зазоров в корпусах эпоксидных муфт и предотвращения вытекания эпоксидного компаунда до его затвердевания.

Электродным мелом покрывают внутренние поверхности стальных кокилей термитных патронов с целью устранения прилипания алюминия к стальным формам. Перед началом работы мел разводят в воде до состояния густой массы. Бензином Б-70 обезжиривают жилы, их изоляцию, оболочки кабелей, элементы кабельной арматуры. Его используют также для мытья рук и инструмента перед выполнением наиболее ответственных операций монтажа. Обтирочной ветошью удаляют битумный состав с брони и оболочек кабелей. Ветошь предварительно смачивают в бензине, керосине или ацетоне. Льняными нитками выполняют временные бандажи на бумажной поясной и жилой изоляции кабеля с целью предотвращения разматывания бумаги.

§ 31. КОМПЛЕКТЫ МОНТАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ КАБЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ

В соответствии с ГОСТом, ОСТом, ТУ и другими нормативными документами муфты, поставляемые заводом-изготовителем, должны содержать комплект изделий и деталей (корпус, изоляторы и др.), а также монтажные материалы.

Например, для монтажа соединительной эпоксидной муфты марки СЭ (ТУ 36-473—79) в каждый из четырех заводских комплектов материалов включают кроме двух полукорпусов муфты 17 наименований монтажных материалов. Номенклатура и количество этих материалов зависят от типоразмера муфты. Для муфты СЭ-3 × 150-10 (по документации этот маркоразмер обозначен СЭ-3) в комплект материалов и изделий входят: эпоксидные распорки (звездочки), уплотнительные резиновые кольца, бандажи, смесь эпоксидного компаунда с молотым пылевидным кварцем, отвердитель, самосклеивающиеся и ПВХ ленты, паяльный жир, хлопчатобумажная бязь, ветошь, провода заземления, припой, стальная оцинкованная проволока, асбестовый шнур, суровые нитки и пластилин. Кроме того, вместе с комплектом материалов и изделий поставляют лоток для заливки компаунда и деревянную мешалку для перемешивания смеси

эпоксидного компаунда с наполнителем и отвердителем.

В каждый комплект вкладывают комплектовочную ведомость и монтажную инструкцию. В комплектовочной ведомости завода-изготовителя указывают полное наименование комплекта, товарный знак, обозначение муфты, номер и срок годности эпоксидной смеси, перечень, количество изделий, деталей и материалов муфты с указанием их ГОСТов, ОСТов или ТУ.

При изготовлении комплекта на полукорпуса муфт наносят маркировку, содержащую товарный знак завода-изготовителя, обозначение муфты и заводской номер. Полукорпуса муфты с распорными звездочками упаковывают в пакеты из полиэтиленовой пленки. Эпоксидную смесь поставляют в герметических банках из белой жести, размещенных в ящиках крышками вниз, и заполняют смесью не более 80 % объема. На банке имеется маркировка с указанием количества смеси, марки компаунда, обозначения муфты и срока годности. Отвердитель наливают в стеклянный герметично закупоренный флакон и вкладывают его в цилиндр, изготовленный из гофрированной бумаги.

Ленту ЛЭТСАР, резиновые уплотнительные кольца и нитки упаковывают в герметичные пакеты из полиэтиленовой пленки. Другие материалы завертывают в оберточную или кабельную бумагу. Запрещается хранить комплекты при температуре окружающей среды ниже -20°C .

Изделия, детали и материалы одного комплекта после упаковки укладывают в коробку из гофрированного картона, выложенную внутри пергамином или битумной бумагой. Транспортирование упакованных комплектов допускается любым видом транспорта, обеспечивающим защиту их от механических повреждений или попадания влаги.

Гарантийный срок эксплуатации — 5 лет со дня ввода муфты в эксплуатацию. Гарантийный срок хранения смеси эпоксидного компаунда с наполнителем и отвердителем 12 мес со дня отгрузки комплекта потребителю, поэтому монтаж муфты должен быть закончен в течение этого периода. Аналогично комплектуют изделия, детали и материалы для других типов кабельных муфт и заделок.

Каждый из шести комплектов для соединительных свинцовых муфт СС предусматривает поставку 14 наиме-

нованиях основных и вспомогательных монтажных материалов на каждую муфту. Например, для муфты СС-100 в комплекте поставляют: ролики, рулоны и бобины хлопчатобумажной пряжи, заливочный и пропиточный составы, припой, провод заземления, оцинкованную стальную проволоку, гильзы, смоляную и ПВХ ленты, паяльный жир, парафин, асбестовый шнур и бязевую салфетку.

На наружной поверхности корпуса муфты СС несмываемой краской или клеймением наносят: товарный знак завода-изготовителя, марку муфты и ее внутренний диаметр; на поверхности кожуха — товарный знак, марку и внутренний диаметр горловины.

Для концевых заделок КВсл заводы-изготовители выпускают шесть видов комплектов. В состав комплекта входит десять наименований различных материалов: самосклеивающиеся ленты ЛЭТСАР, ЛЭТСАР ЛПТ, ПВХ, лак КО-916, ветошь и бязевая салфетка, провод заземления, припой, паяльный жир и стальная оцинкованная проволока.

Состав комплекта изделий, деталей и материалов для монтажа одной эпоксидной концевой муфты наружной установки КНЭ-10-1 определен в ТУ 36-472—72. Так же, как и для муфты СЭ, кроме ее корпуса с изоляторами в комплекте поставляют уплотнительные разъемные втулки, смесь эпоксидного компаунда с наполнителем, отвердитель, паяльный жир, бязевую салфетку и ветошь, хлопчатобумажную ленту, льняные нитки, стальную оцинкованную проволоку, проводники заземления, пластилин, припой, асбестовый шнур, колпачки для уплотнения боковых изоляторов при заливке; медицинские перчатки, деревянную мешалку, мерную емкость для отвердителя. Всего для муфт КНЭ в зависимости от их типоразмеров поставляют четыре вида комплектов.

Шесть видов комплектов изделий и материалов поставляют и для эпоксидных концевых заделок марки КВЭ. Кроме корпуса заделки и крышки в заводской комплект (ТУ 36-2306—80) входят пряжки, шплинты, найритовые трубки и другие материалы.

Контрольные вопросы

1. Какова разница между основными и вспомогательными материалами?
2. Почему нельзя допускать недогрев или перегрев против установленных температур для кабельных составов?

3. Каковы условия приготовления эпоксидных компаундов?

4. Какие термоусаживаемые трубки применяют для изолирования мест соединения жил кабелей?

5. Расскажите о заводской поставке комплектов изделий и материалов для соединительной эпоксидной муфты марки СЭ.

Глава VIII. РАЗДЕЛКА КАБЕЛЕЙ

§ 32. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ

Перед монтажом кабельных муфт и заделок выполняют комплекс технологических операций, называемый разделкой концов кабеля или разделкой кабеля. Ее выполняют с помощью одних и тех же операций, следующих в одном и том же порядке. В зависимости от конструкции кабеля его разделка заключается в последовательном и ступенчатом удалении на определенной длине защитных покровов, брони, оболочки, экрана и изоляции.

Разделка кабеля, монтаж муфты и заделка являются единым технологическим процессом, который выполняют непрерывно с момента снятия оболочки кабеля до полной герметизации муфты или заделки.

Правильная организация рабочих мест при разделке кабеля квалифицированными электромонтерами-кабельщиками, соблюдение обязательной технологии работ, применение наборов приспособлений и инструментов обеспечивают высокое качество и надежность монтажных работ.

Разделку кабеля выполняет специализированное звено электромонтеров-кабельщиков в составе двух человек.

В соответствии с квалификационными характеристиками электромонтер-кабельщик третьего разряда выполняет разметку и разделку кабеля напряжением до 10 кВ, а также проверку их изоляции на влажность; электромонтер-кабельщик второго разряда — разделку кабеля напряжением до 1 кВ. Электромонтеры-кабельщики первого или второго разряда выполняют вспомогательные работы, например: подготовку котлованов; раскладку концов кабеля; установку монтажных приспособлений, палаток; подачу и уборку инструментов, приспособлений и материалов; заземление брони и свинцовой оболочки кабелей.

Перед началом разделки кабеля готовят рабочие места. Рабочее место — это зона, оснащенная необхо-

димыми техническими средствами, в которой совершается трудовая деятельность электромонтера-кабельщика или звена. На рабочем месте сосредоточены все материально-технические элементы производства.

При разделке кабеля, так же как и при всех последующих операциях, соблюдают чистоту рабочих мест. В противном случае это приводит к проникновению внутрь концов кабеля влаги и различных включений, снижающих электрическую прочность и долговечность муфт или заделок.

Производственная культура рабочих мест электромонтеров-кабельщиков в основном зависит от рационального размещения наборов инструментов и приспособлений (контейнеров, сумок, подставок и т. д.), инвентаря (индивидуальных переносных вентиляторов, горелок ГИИВ, светильников местного освещения, средств связи, переносных стульев, ящиков-сидений и т. д.), устройств, обеспечивающих безопасные условия работы (санитарных постов для работающих с эпоксидным компаундом, переносных распределительных пунктов и т. д.).

При организации рабочего места важно правильно определить величину рабочей зоны. Рабочая зона при установке корпуса соединительной эпоксидной муфты СЭ показана на рис. 62. В оптимальной зоне I и зоне легкой досягаемости II располагают наиболее важные и часто используемые инструменты и приспособления. В этих зонах выполняют все технологические операции, частота которых может достигнуть двух и более операций в минуту.

До разделки кабеля, проложенного в траншее, готовят котлован для размещения соединительных муфт. Правильно выполненный котлован исключает повреждение концов кабеля, позволяет укладывать его с допустимыми радиусами изгиба, а также размещать на рабочем месте палатки, приспособления, инструменты и комплекты кабельной арматуры.

Размеры котлована зависят от конструкции кабелей, их количества, а также местных условий трассы. Например, при вскрытии асфальтового покрытия котлован имеет минимальные размеры.

Вблизи от котлована устанавливают две палатки: первая — защищает рабочее место с разделяемыми концами кабеля от влаги, пыли и солнечной радиации, во второй — разогревают припой, заливочные массы, готовят эпоксидные компаунды и т. д. Палатки устанавли-

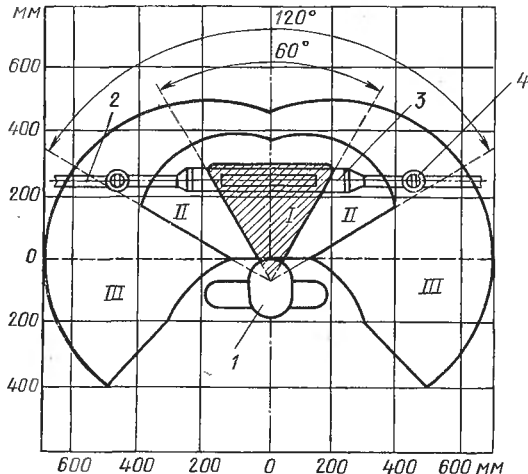


Рис. 62. Рабочая зона при установке корпуса соединительной эпоксидной муфты СЭ:

I — оптимальная зона для наиболее важных и часто используемых инструмента и приспособлений, II — зона легкой досягаемости для часто используемых инструмента и приспособлений, III — зона для редко используемых инструмента и приспособлений; 1 — электромонтер-кабельщик, 2 — кабель, 3 — соединительная эпоксидная муфта, 4 — приспособление для крепления концов кабелей и соединительной муфты

вливают так, чтобы вход в них находился с подветренной стороны.

Для монтажа муфт на напряжение до 10 кВ применяют палатки размером не менее $2,5 \times 1,5$ м. Организацию рабочих мест для разделки кабеля при низких температурах и предварительного прогрева обеспечивают в соответствии с установленной технологией (см. гл. IX). Прогрев концов кабелей выполняют в палатке, тепляке или другом временном сооружении. Для разделки кабелей при низких температурах окружающей среды в рабочей зоне палатки различными способами поддерживают температуру не ниже 15°C . С этой целью применяют ветроустойчивые пропано-воздушные горелки инфракрасного излучения ГИИВ, которые подключают к баллону через шланги и редуктор.

При наружной температуре до -5°C для обогрева рабочей зоны (рис. 63) до температуры 15°C на высоте 400 мм от дна котлована достаточно одной горелки, а при -20°C — двух горелок 2, которые располагают в двух противоположных углах палатки 1.

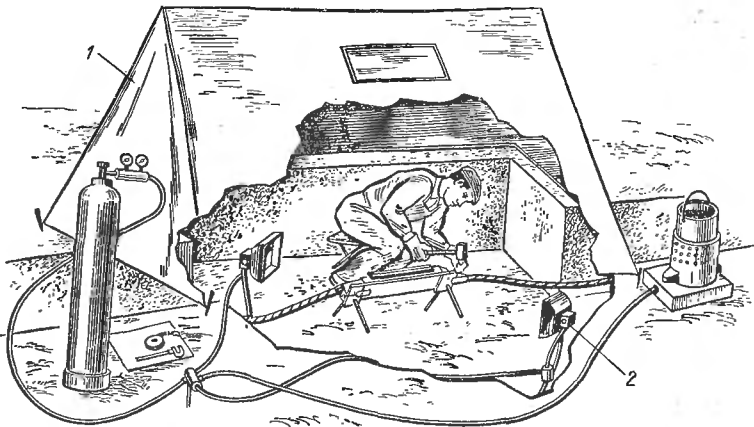


Рис. 63. Обогрев рабочей зоны при монтаже соединительных муфт

Ввиду того что для разделки кабеля и монтажа муфт применяют различные наборы инструментов и приспособлений, работающих на пропан-бутане (НСП, жаровни и др.), для распределения газа используют распределительные рампы с индивидуальными вентилями и шлангами (рис. 64).

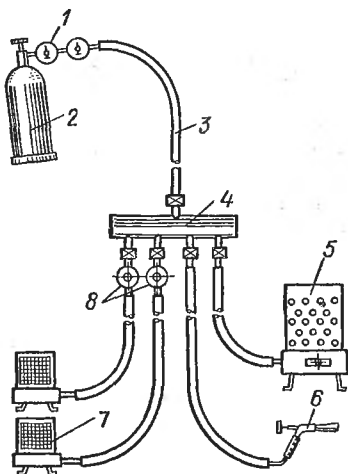


Рис. 64. Схема распределения пропан-бутана в рабочей зоне:
1 — редуктор, 2 — баллон с газом, 3 — шланг, 4 — распределительная рампа, 5 — газовая жаровня, 6 — газовая горелка, 7 — горелки инфракрасного излучения, 8 — редуктор

Наибольшее распространение для прогрева концов кабеля с пластмассовой изоляцией получила установка, показанная на рис. 65. На конец кабеля надевают резиновый шланг 5, диаметр которого в 1,5 раза больше диаметра кабеля, а длина 2 м. К свободному концу шланга с помощью муфты 3 присоединяют стальную трубу 2 и резиновый шланг 1, подключенный к компрессору. От компрессора воздух проходит к кабелю, обтекая его в прорезиненном шланге. Предваритель-

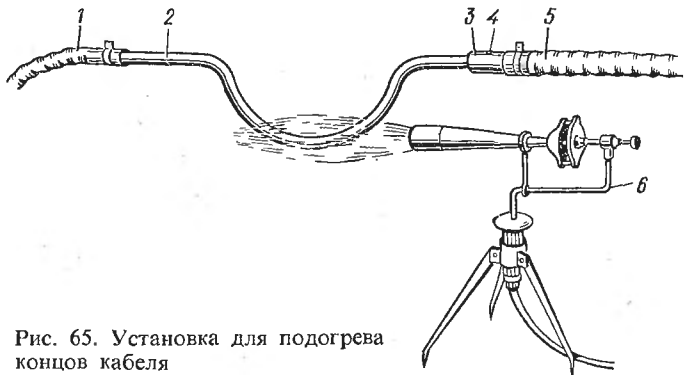


Рис. 65. Установка для подогрева концов кабеля

тельно воздух прогревают в трубе газовой горелкой 6. Контроль за температурой нагретого воздуха осуществляют термометром, установленным в отверстии 4.

Использование газовых смесей в зимнее время сокращается из-за плохой испаряемости жидких газов при низких температурах. Для поддержания оптимального давления газов применяют переносную испарительную установку, газовый баллон которой может быть вынесен из палатки при температурах среды до -20°C .

§ 33. РАЗДЕЛКА КАБЕЛЕЙ С БУМАЖНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Перед разделкой концов кабелей кроме подготовки рабочих мест следят за отсутствием влаги в бумажной изоляции и жилах.

После срезания напаянных к оболочкам концов свинцовых колпачков проверяют соответствие конструкции кабеля проектным данным: количество и сечение жил, слоев поясной и жилой изоляции. При нарушении герметизации колпачков или оставленном на время незаделанном конце влага проникает внутрь кабеля. Особенно сильно влагу всасывают концы кабеля при их прогреве в зимнее время, поэтому проверяют бумажную изоляцию кабелей перед разделкой каждого конца. Проверку выполняют на бумажных лентах жилой и поясной изоляции. Кроме этого, проверяют наличие влаги на проволоках многопроволочных жил. Бумажные ленты, срезанные с конца кабеля, погружают в парафин, нагретый до 150°C . При наличии в бумажных лентах влаги сверху разогретого парафина выделяется пена, а также появляется характерное потрескивание. Во избежание до-

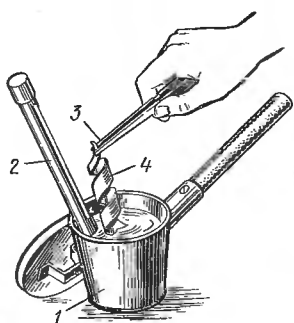


Рис. 66. Проверка лент бумажной изоляции на отсутствие влаги:

1 — ковш для разогрева парафина, 2 — термометр, 3 — пинцет, 4 — лента бумажной изоляции

полнительного увлажнения и искажения результатов проверки (рис. 66) ленты берут чистым и сухим пинцетом.

При обнаружении влаги в бумажных лентах изоляции или жилах кабеля от его конца отрезают дефектный участок длиной 250—300 мм и выполняют повторную проверку до получения положительного результата. После этого определяют общую длину концов разделяемых кабелей. При расчете длины не учитывают отрезаемую дефектную часть кабеля, в том числе имеющую влажную изоляцию, а также участки с на-

паянными свинцовыми колпачками и участки, проходящие через щеки барабанов. Лишнюю длину концов кабеля отрезают ножницами НС. Концы кабелей тщательно распрямляют и укладывают внахлестку с учетом соосности жил в месте их соединения. При монтаже концевых муфт и заделок подтягивают конец кабеля к месту крепления, соблюдая его допустимые радиусы изгиба.

Длину разделки для соединительной муфты марки СС (рис. 67) определяют по размерам ступеней покровов, оболочки и изоляции кабелей.

Размер ступени *А* определяет размер снимаемого защитного покрова от края кабеля до проволочного бандажа 7. Этот размер обеспечивает минимальные расстояния по жилам между заземленными бронелентами или экраном до кабельного наконечника.

Размер ступени *Б* между бандажами 7 выбирают минимальным. Это необходимо для закрепления бандажа, предупреждающего размотку брони 2, а также для при-

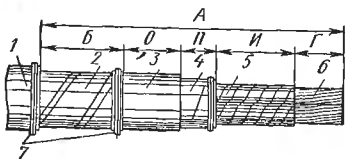


Рис. 67. Обозначение размеров разделки конца трехжильного кабеля с поясной изоляцией: 1 — наружный покров, 2 — броня, 3 — свинцовая или алюминиевая оболочка, 4 — поясная изоляция, 5 — изоляция жил, 6 — жила кабеля, 7 — проволочный бандаж

пайки провода заземления и уплотнения горловины муфты или заделки.

Размер ступени *O* (длина оболочки 3) определяется конструкцией места пайки провода заземления при монтаже свинцовой муфты. На этом участке при монтаже эпоксидной муфты СЭ для ее уплотнения надевают резиновое кольцо.

Размер ступени *П* (длина поясной изоляции 4) ограничен краем оболочки 3 и биндажом 7. Этот участок изоляции предназначен для увеличения электрической прочности муфты в месте обреза металлической оболочки 3. При наличии сверху поясной изоляции полупроводящей бумаги у обреза оболочки оставляют полосу бумаги шириной 5 мм. Дополнительная ступень полупроводящей бумаги исключает возникновение электрических разрядов.

Размеры ступеней *И* и изоляции жил 5 и *Г* жил 6 определяют в зависимости от конструкции муфт или заделок, а также способов соединения или оконцевания жил кабелей.

В центре рабочей зоны устанавливают крестовины, в которых закрепляют кабель при снятии наружных покровов или наложении биндажей. При дальнейших операциях применяют специальное приспособление для крепления концов кабелей и соединительной муфты (рис. 68).

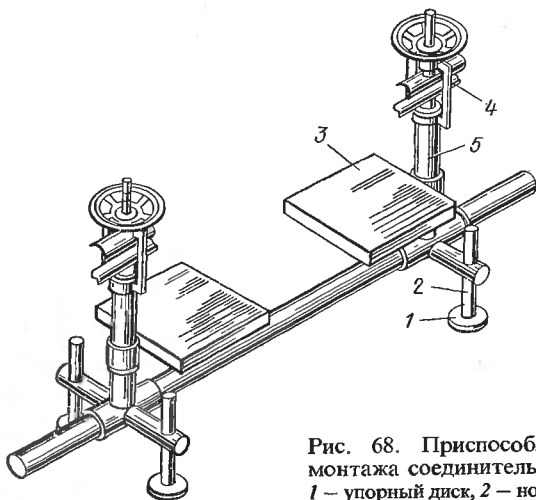


Рис. 68. Приспособление для монтажа соединительных муфт: 1 — упорный диск, 2 — ножка, 3 — лоток, 4 — уголок, 5 — стойка

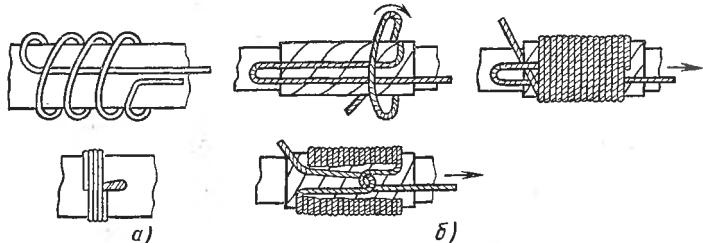


Рис. 69. Схемы наложения бандажей при разделке кабелей:
а — проволочных, *б* — из хлопчатобумажных ниток

Во избежание раскручивания покровов или изоляции при разделке концов кабелей накладывают бандажи из стальной проволоки (рис. 69, *а*) или хлопчатобумажных ниток (рис. 69, *б*). В зависимости от назначения эти бандажи могут быть временными или постоянными. Проволочные бандажи выполняют обычными клетневками (рис. 70, *а*), клетневками с роликами (рис. 70, *б*) или вручную (рис. 71).

Распрямленные концы кабеля закрепляют в крестовине на расстоянии *А* (см. рис. 67) и от каждого конца накладывают бандаж из двух-трех витков стальной оцинкованной проволоки (см. рис. 70). Кабельную пряжу джутового покрова разматывают от конца кабеля до бандажа, но не срезают. После окончания монтажа муфты этой пряжей выполняют антикоррозионную защиту ступени брони разделяемого кабеля. Второй проволочный бандаж накладывают на расстоянии *Б* от первого бандажа. Далее на участке между двумя бандажами к верхней и нижней стальным лентам крепят провод за-

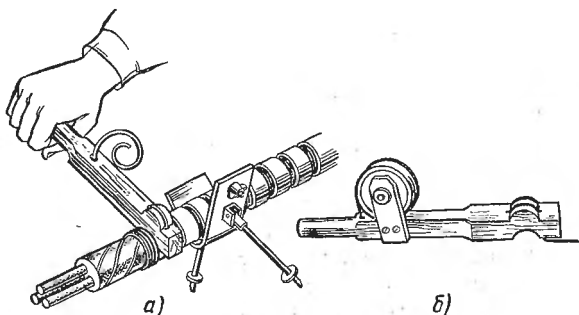


Рис. 70. Инструмент для наложения проволочных бандажей:
а — обычная клетневка, *б* — клетневка с роликом

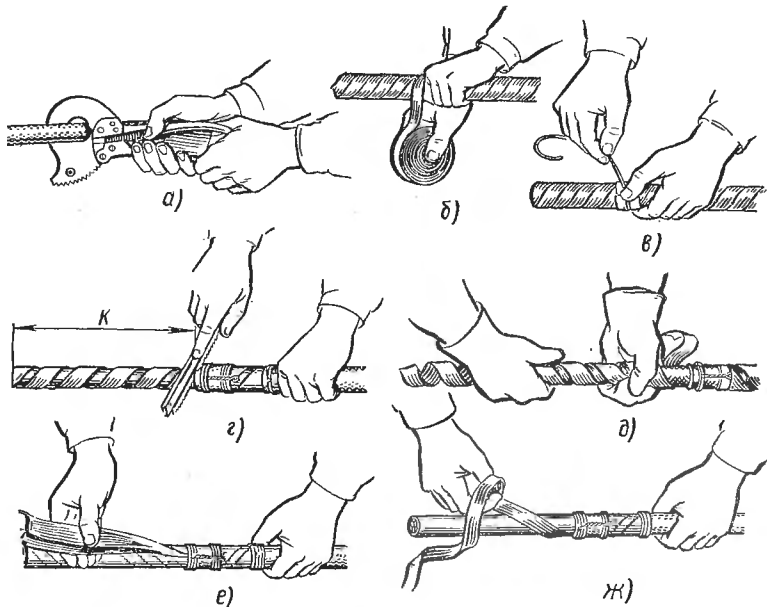


Рис. 71. Примеры отдельных операций по резке концов кабелей, наложения биндажей и удаления покрытий:

а — резка конца кабеля ножницами НС, б — подмотка из просмоленной ленты, в — наложение проволочного биндажа, г — надрезание брони, д, е, ж — удаление брони, кабельной пряжи подушки и защитной кабельной бумаги на оболочке

земления. В чугунных соединительных и ответвительных муфтах, концевых заделках стальных воронок этот участок брони используют для уплотнения. Броню кабеля надрезают по кромке второго биндажа бронерезкой или ножовочным станком с ограничителем глубины резания. Броню и подушку, состоящую из бумаги и битума, разматывают на участке K (см. рис. 71) и полностью удаляют. Перед удалением подушки сульфатную бумагу и битумный состав подогревают газовой горелкой или паяльной лампой.

После удаления подушки оболочку кабеля тщательно очищают обтирочной ветошью, смоченной бензином. Эту операцию повторяют после каждого технологического процесса, удаляя инородные частицы с поверхности ступеней разделки. Для удаления свинцовой оболочки на расстоянии O от среза брони выполняют первый надрез, а на расстоянии II от первого надреза — второй (рис. 72).

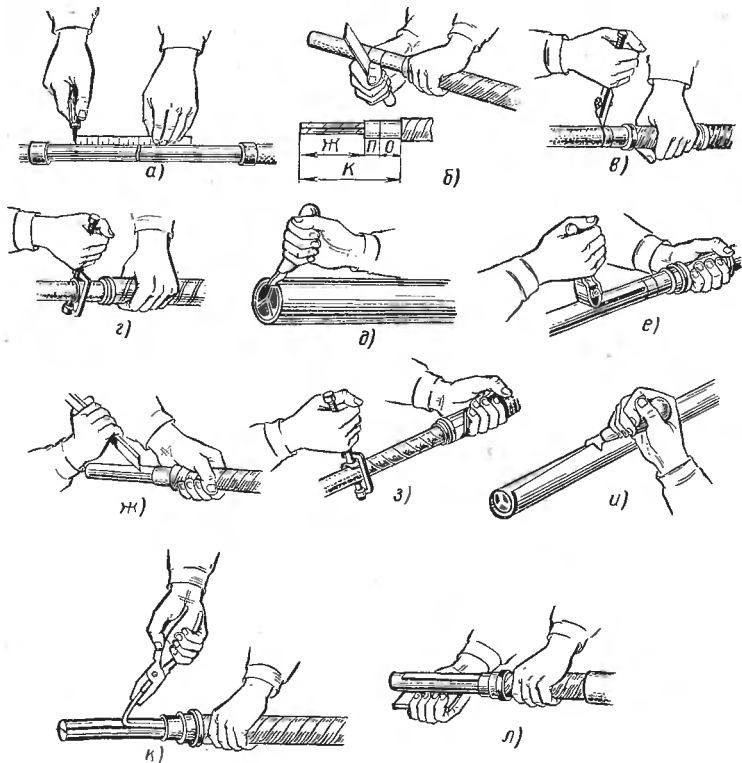


Рис. 72. Примеры отдельных операций по разделке оболочек кабелей: а — разметка, б, в — круговые надрезы свинцовых оболочек. г, д — алюминиевой и пластмассовой оболочек, е, ж — продольные надрезы свинцовой и алюминиевой оболочек, з — надрез алюминиевой оболочки по винтовой линии, и — продольный надрез пластмассовой оболочки, к, л — снятие оболочки

Расстояние между кольцевыми надрезами определяют в зависимости от напряжения кабеля: до 1 кВ — 20 мм, 6—10 кВ — 25 мм. Для одножильных кабелей и кабелей с отдельными оболочками второй кольцевой надрез на каждой жиле не выполняют. Свинцовую оболочку надрезают не более чем на половину ее толщины. Это исключает повреждение поясной изоляции. Надрезы выполняют специальным ножом. От второго кольцевого надреза на участке И—Г (см. рис. 67) делают два продольных надреза на расстоянии 10 мм один от другого.

У конца кабеля полосу оболочки захватывают плоскогубцами и удаляют, затем оболочку снимают до второго кольцевого надреза. Участок между первым и

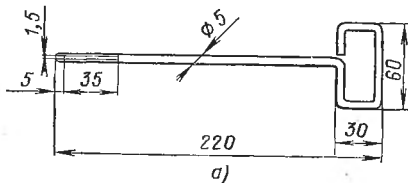
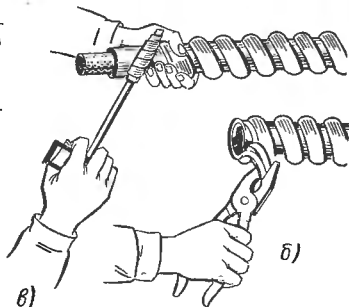


Рис. 73. Удаление гофрированной алюминиевой оболочки:

а — ключ, б — отгибание оболочки плоскогубцами, в — наворачивание оболочки на ключ



вторым кольцевыми надрезами временно сохраняют для защиты поясной изоляции от разрывов при изгибе жил кабеля.

Алюминиевую оболочку кабеля удаляют специальным ножом. Кольцевые надрезы делают на тех же расстояниях, что и у свинцовой оболочки. Вместо двух параллельных надрезов делают один по винтовой линии. При этом резец ножа устанавливают под углом 45° по отношению к оси кабеля. Оболочку кабеля удаляют тем же способом.

Гофрированную алюминиевую оболочку удаляют специальным ключом, надрезая ее на расстоянии 10—15 мм от выступа гофра. Надрезанную часть отгибают плоскогубцами и надрывают (рис. 73) так, чтобы полоску оболочки можно было ввести в прорезь ключа. После этого ключ поворачивают по часовой стрелке, равномерно наматывая на него удаляемый участок полоски.

До изгибания жил на разделяемый конец кабеля надевают все неразъемные детали (корпуса соединительных муфт, концевых заделок, уплотнительные кольца). Изгибают жилы вручную или по шаблону (рис. 74). Радиус изгиба жил с бумажной изоляцией должен быть не менее 10-кратного размера высоты сектора или диаметра жилы по изоляции.

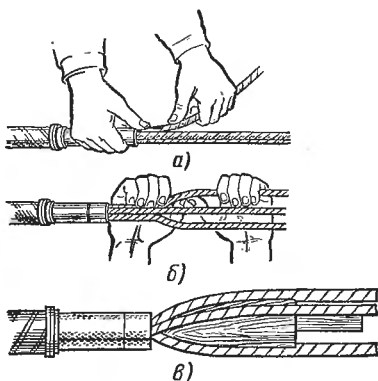


Рис. 74. Разводка (а), изгибание жил вручную (б), по шаблону (в)

Длину участка снимаемой бумажной изоляции определяют в зависимости от способа соединения или оконцевания жил (см. гл. X). Предварительно ленты бумажной изоляции у места обреза перевязывают двумя-тремя витками хлопчатобумажных ниток, используя специальные приспособления.

После соединения или оконцевания жил оболочку кабеля на ступени II удаляют. Торцы свинцовой (алюминевой) оболочки обрабатывают, удаляя острые края и заусенцы.

Размеры разделок концов кабелей для монтажа различных соединительных и ответвительных муфт, а также заделок для каждого случая указаны в технической документации.

§ 34. РАЗДЕЛКА КАБЕЛЕЙ С ПЛАСТМАССОВОЙ И РЕЗИНОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Для правильного монтажа разделок кабеля, выбора инструментов, технологии, температурных режимов необходимо знать свойства ПВХ и полиэтиленовой изоляции.

П о л и в и н и л х л о р и д — эластичный материал, при воспламенении горит слабым зеленоватым пламенем, распространяя резкий запах хлора, не поддерживает горения (при удалении огня гаснет).

П о л и э т и л е н — жирный на ощупь материал, напоминающий стеарин, сравнительно легко режется ножом, не смачивается водой, при воспламенении горит интенсивным голубым пламенем, от него падают горящие капли.

Разделку кабелей с пластмассовой и резиновой изоляцией выполняют аналогично ступенчатому удалению наружного защитного шланга, брони, подушки под ней и изоляции. При разделке кабелей напряжением свыше 6 кВ, кроме того, удаляют металлические и полупроводящие экраны. В качестве примера на рис. 75 приведена разделка кабелей с поясной изоляцией, полупроводящими и металлическими экранами. Размеры ступеней брони, оболочки для каждой марки муфты указаны в технической документации. Джутовым наружным покровом в этом кабеле является наружный пластмассовый шланг. Кольцевой и продольный надрезы на половину толщины шланга выполняют специальным ножом (см. рис. 72).

После удаления брони и подушки ленты металлического экрана сматывают с конца кабеля, отгибают вниз и закрепляют банджом на броне кабеля на расстоянии 20 мм от места среза шланга. Затем ленты обрезают по кромке банджа. При использовании лент металлического экрана для последующего экранирования муфты их не обрезают. В этом случае конец кабеля разделяют с запасом. Ленты отгибают вниз и скатывают в рулоны, которые закрепляют на броне или шланге разделяемого конца кабеля.

Скрученные с заполнением изолированные жилы разводят и выгибают так, чтобы радиус внутренней кривой изгиба жил был не менее 10-кратного размера высоты сектора или диаметра жил по изоляции. Изоляцию жил удаляют на расстоянии Γ от конца кабеля (см. рис. 75). Оставшийся участок изоляции срезают на конус, длина которого зависит от рабочего напряжения кабеля. Например, при напряжении 6 кВ она составляет 10–15 мм.

Конусная поверхность так же, как ступенчатая у кабелей с бумажной изоляцией, увеличивает путь разряда от жилы к металлической оболочке, экрану или броне, а следовательно, повышает электрическую прочность муфты.

В тех случаях, когда вместо брони и металлического экрана применяют алюминиевую оболочку, ее ступень равна сумме длин ступеней брони и экрана.

Разделка силовых и контрольных кабелей напряжением 1 кВ с ПВХ изоляцией фактически является ее заделкой. После разделки подматывают жилы в месте их разводки и оконцовывают. У кабелей с полиэтиленовой

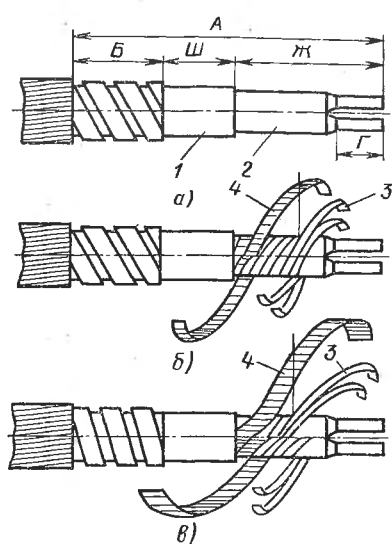


Рис. 75. Разделка кабелей напряжением 1 кВ (а), 6 кВ (б) и 10 кВ (в) с пластмассовой изоляцией для соединения в эпоксидных соединительных муфтах:

1 — шланг, 2 — изоляция жил, 3, 4 — ленты полупроводящего и металлического экранов

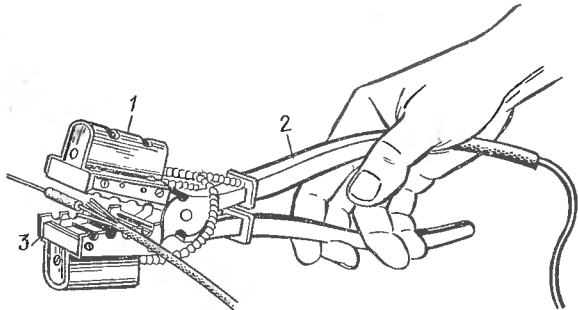


Рис. 76. Снятие резиновой или пластмассовой изоляции жил термоклещами ТК-1:

1 — нагревательный элемент, 2 — рукоятка, 3 — головка

изоляцией жил при разделке их готовят к дополнительной изоляции.

Разделку силовых и контрольных кабелей с резиновой изоляцией выполняют аналогично разделке кабелей с пластмассовой изоляцией. Резиновую оболочку снимают ножом, а резиновую изоляцию контрольных кабелей — клещами МБ или термоклещами ТК (рис. 76).

§ 35. МОНТАЖ ЗАЗЕМЛЕНИЯ КОНЦОВ КАБЕЛЕЙ

Заземление, или зануление*, металлических оболочек и корпусов муфт, экранов и брони выполняют при разделке концов кабелей для безопасности обслуживающего персонала и предохранения металлических оболочек от выплавления при пробое изоляции кабеля на землю.

Заземление выполняют медными многопроволочными проводами сечением: 6 мм² — для кабеля сечением жил до 10 мм²; 10 мм² — 16, 25, 35 мм²; 16 мм² — 50, 70, 95, 120 мм²; 25 мм² — 150, 185, 240 мм².

При монтаже соединительных муфт марки СС заземляющий провод после припайки свинцового корпуса присоединяют: к бронелентам и свинцовой или алюминиевой оболочке одного конца кабеля; середине свинцового корпуса муфты; свинцовой или алюминиевой оболочке и бронелентам другого конца кабеля.

При монтаже соединительных эпоксидных муфт марки СЭВ заземляющий провод припайвают к бронелентам и оболочке одного из соединяемых кабелей, после чего

* Для краткости слово «зануление» далее опущено.

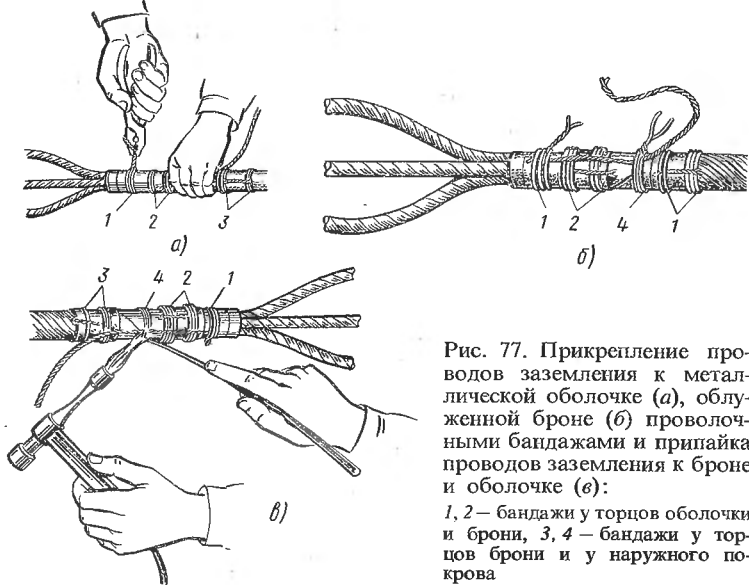


Рис. 77. Прикрепление проводов заземления к металлической оболочке (а), облуженной броне (б) проволочными бандажами и припайка проводов заземления к броне и оболочке (в):

1, 2 — бандажи у торцов оболочки и брони, 3, 4 — бандажи у торцов брони и у наружного покрова

одну из полумуфт временно устанавливают на место, чтобы примерить провод заземления, прокладываемый в пазу корпуса. Далее полумуфту снимают, а провод заземления прикрепляют и припаивают к бронелентам и оболочке другого кабеля.

При разделке конца кабеля у концевых муфт и заделок длину провода выбирают такой, чтобы обеспечить его присоединение к оболочке, экрану, броне кабеля, заземляющему болту металлического корпуса опорной конструкции, заделки и т. д.

Места присоединения провода заземления также тщательно облуживают: на свинцовой оболочке и броне — оловянно-свинцовым припоем; на алюминиевой оболочке — сначала припоем А, а затем оловянно-свинцовым припоем; на тонких алюминиевых металлических экранах концов кабеля с пластмассовой изоляцией — припоем А.

Провод заземления крепят к металлическим оболочкам или броне разделяемого конца кабеля бандажом из оцинкованной стальной проволоки (рис. 77), а затем припаивают оловянно-свинцовым припоем. Продолжительность каждой пайки (во избежание нагрева изоляции кабеля) не превышает 3 мин.

При лужении и пайке во всех случаях применяют газовые горелки или паяльные лампы. При соединении провода с лентами металлических экранов используют паяльники. В качестве флюса при лужении и пайке к броне применяют паяльный жир или другие материалы (см. гл. VII).

При использовании алюминиевой оболочки в качестве нулевого рабочего провода (четвертой жилы) к ней в соединительных и ответвительных муфтах припаивают перемычки из гибкого медного провода, которые создают непрерывную электрическую цепь для прохождения тока по оболочке. В концевых муфтах и заделках гибкий медный провод выводят от оболочки кабеля для присоединения к внешним нулевым проводникам.

В качестве перемычек применяют гибкий медный провод сечением от 16 до 70 мм² в зависимости от сечения жил кабеля.

Для присоединения и пайки медного гибкого провода к броне и алюминиевой оболочке кабеля обе ленты брони и оболочку зачищают и облуживают (ленты — оловянистым припоем, оболочку — последовательно припоями А и оловянистым). Предварительно облуженный провод (перемычку) закрепляют на облуженных местах проволочным бандажом; время припайки провода и припайки бандажа у кабелей с бумажной изоляцией не должно превышать 3 мин.

Контрольные вопросы

1. Приведите примеры операций разделки кабелей с пластмассовой и бумажной изоляцией.
2. Назовите инструменты и приспособления, применяемые при разделке кабелей с пластмассовой изоляцией.

Глава IX. МОНТАЖ КАБЕЛЬНЫХ МУФТ И ЗАДЕЛОК

§ 36. КЛАССИФИКАЦИЯ МУФТ И ЗАДЕЛОК И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Для соединения, ответвления кабелей и присоединения их к электроаппаратам или воздушным линиям электропередачи применяют кабельные муфты и заделки. От правильности выбора конструкции муфт и заделок, а также от качества их монтажа во многом зависят

надежность и долговечность кабельных линий. Кабельные муфты и заделки должны удовлетворять стандартам и техническим условиям (ТУ).

После монтажа муфты и заделки должны обладать электрической и механической прочностью не меньшей, чем целого участка кабеля. Во избежание проникновения влаги в кабель они должны обеспечивать герметичность его изоляции в месте соединения или вывода токопроводящих жил. Гарантийный срок, в течение которого предъявляют претензии к изготовителю, для муфт силовых кабелей с бумажной или пластмассовой изоляцией составляет 4,5 года. Муфты рассчитаны на срок службы не менее 25 лет.

Для классификации кабельных муфт и заделок введены единые терминология, определения и обозначения.

Соединительная кабельная муфта (С) — устройство, предназначенное для соединения кабелей.

Стопорная кабельная муфта (Ст) — устройство, предназначенное для соединения кабелей и предотвращения стекания кабельной массы при их прокладке на наклонных трассах.

Стопорно-переходная кабельная муфта (СтП) — устройство, предназначенное для соединения кабелей с различной пропитанной бумажной изоляцией и предотвращения стекания кабельной массы при их прокладке на вертикальных и наклонных трассах.

Ответвительная кабельная муфта (О) — устройство, предназначенное для присоединения ответвительного кабеля к магистральной кабельной линии.

Концевая кабельная муфта (К) — устройство, предназначенное для присоединения кабелей к электроаппаратам наружной (КН) и внутренней (КВ) установки или воздушным линиям электропередачи.

Концевая кабельная заделка (КВ) — устройство, предназначенное для присоединения кабелей к электроаппаратам внутренней установки. Кабельная заделка не имеет специального защитного кожуха.

Муфты и заделки классифицируют по типам, маркам и маркоразмерам.

Тип определяет область применения и назначение муфты или заделки, например: С — соединительная муфта, КВ — концевая муфта или заделка для внутренней установки.

Марка муфты или заделки состоит из обозначения типа, материала и конструктивного исполнения, например:

СЭ — соединительная эпоксидная муфта для кабелей с бумажной изоляцией напряжением до 10 кВ и пластмассовой изоляцией напряжением до 1 кВ, с корпусом, имеющим поперечный разъем; КВЭтв — концевая эпоксидная заделка внутренней установки с термоусаживаемыми ПВХ трубками для кабелей с бумажной изоляцией напряжением до 10 кВ.

Для различных сечений кабелей марку муфты или заделки классифицируют в зависимости от габаритных размеров (маркоразмеров), например: СЭ-2 — второго маркоразмера — для сечения жил 95—120 мм² при напряжении 6 кВ, 70—95 мм² при напряжении 10 кВ; КВЭтв-3-третьего маркоразмера — для сечения жил 120—150 мм² трехжильного кабеля при напряжении до 1 кВ, 70—95 мм² при напряжении 6 кВ, 50—70 мм² при напряжении 10 кВ.

Условные обозначения типов, марок и маркоразмеров муфт и заделок приведены в технической документации. В тех случаях, когда для одних и тех же условий предлагается несколько различных конструкций муфт, приводят указания по применению со следующей терминологией ПУЭ:

следует применять — данная конструкция муфты или заделки является лучшей и обязательной к применению;

рекомендуется — данная конструкция является одной из лучших, но не обязательной; этот же термин применяют к конструкциям муфт и заделок, рекомендуемым к эксплуатации в качестве установочных партий при отсутствии других решений;

допускается — данная конструкция муфт и заделок является удовлетворительной, а в ряде случаев вынужденной; этот же термин применяют к опытно-промышленным конструкциям.

§ 37. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ

Высокое качество и надежность монтажных работ обеспечивают: правильная организация рабочих мест; выполнение работ квалифицированными электромонтерами-кабельщиками; соблюдение обязательной технологии; выбор рекомендуемых марок и маркоразмеров муфт или заделок; применение наборов приспособлений и инструментов.

Монтаж кабельных муфт и заделок выполняет специализированное звено в составе двух-трех человек. Основные работы выполняет электромонтер-кабельщик

третьего разряда. По квалификационным характеристикам в состав этих работ входят монтаж и демонтаж концевых и соединительных муфт напряжением до 10 кВ, проверка бумажной изоляции кабеля на влажность, ремонт защитного и броневого покрова, свинцовой оболочки, изоляции и токопроводящих жил кабелей напряжением до 10 кВ и т. д. Электромонтеры-кабельщики первого и второго разрядов выполняют вспомогательные работы: установку палатки; комплектацию рабочих мест приспособлениями, инструментами, инвентарем и материалами; разогрев кабельных составов, припоя; подготовку эпоксидного компаунда, отвердителя и т. д.

Перед началом монтажа соединительных муфт в котловане размещают весь инвентарь, наборы инструментов и т. д.

Наборы инструментов, приспособлений и инвентаря, применяемые для разделки концов кабелей и соединения их жил, являются универсальными, однако в каждом отдельном случае приходится добавлять или исключать отдельные предметы в зависимости от комплекса технологических операций. Наборы комплектуют в зависимости от окружающей среды (наружные или внутренние работы) и конструкций кабелей (кабели с бумажной, пластмассовой или резиновой изоляцией), а также в зависимости от назначения или конструкции муфт и заделок (соединительные или концевые, эпоксидные, свинцовые или чулунные).

Так, для монтажа муфты кабеля с бумажной изоляцией жил применяют инструменты и приспособления, свойственные только этой конструкции кабеля: приспособление для обрыва бумажной ленты, нож для снятия свинцовой и алюминиевой оболочки, разбортовка, валец и т. д. Для монтажа кабеля с пластмассовой изоляцией в набор добавляют нож для снятия изоляции, приспособления для восстановления пластмассовой оболочки и нагрева термоусаживаемых изделий, сварки ПВХ труб и т. д.

При монтаже концевых заделок и муфт номенклатуру инструментов сокращают. Наборы для этих инструментов размещают в монтажных ящиках (рис. 78, а) или сумках (рис. 78, б). Ящики ЯСК также используют вместо стульев при работе в помещениях.

Самым распространенным и наиболее универсальным является набор кабельных инструментов НКИ-3, ко-

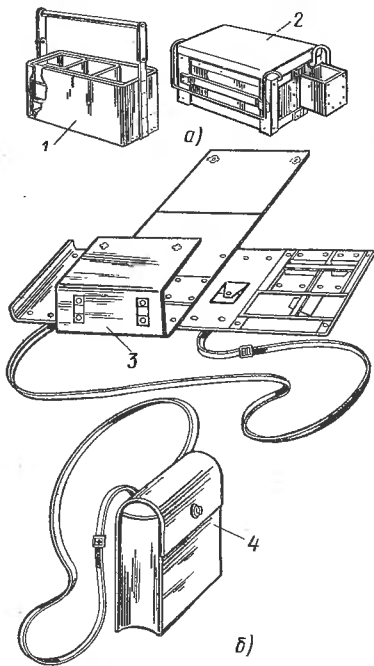


Рис. 78. Инвентарь для хранения и транспортировки инструментов: а — ящики, б — сумки; 1 — ЯМД, 2 — ЯСК, 3 — НИК или НИЭ, 4 — ИН

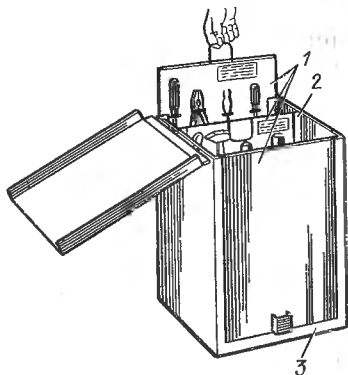


Рис. 79. Кассетный контейнер: 1 — кассеты с инструментами, 2 — направляющие, 3 — контейнер

который применяют для монтажа соединительных свинцовых и эпоксидных муфт, а отдельные его инструменты — для монтажа различных концевых заделок и муфт. В него входят четыре контейнера массой 25 — 40 кг, предусмотренные только для транспортировки. При монтаже муфт инструменты, приспособления и механизмы применяют в строгой последовательности, определенной технологическим процессом. Поэтому кроме транспортных применяют кассетные контейнеры.

Для обеспечения работающего необходимыми инструментами внутри этих контейнеров (рис. 79) встраивают направляющие для установки кассет. На кассетах размещают ручные инструменты для определенных технологических операций. Например, на одной из кассет, в специальных карманах закрепляют инструменты для соединения жил кабеля, на второй — для установки эпоксидных полумуфт и заливки эпоксидного компаунда. Кассеты в определенном порядке устанавливаются на кронштейны, вращающиеся на вертушке вокруг вертикальной оси. В результате этого можно расположить

максимальное количество инструментов в зонах легкой досягаемости (см. рис. 62).

При наружных кабельных работах в наборы включают строительные инструменты (лопату, лом, топор и т. д.), а также палатки, оборудование для обогрева, вентилятор с индивидуальным приводом и светильники местного освещения с аккумулятором.

При внутренних работах (в туннелях, электропомещениях, каналах и т. д.) для питания электроинструментов и светильников местного освещения рабочих мест целесообразно использовать электрическую энергию от специальных переносных распределительных пунктов, устанавливаемых на рабочих местах. К пунктам подключают электропаяльники, ведра с электроподогревом и другие электрифицированные инструменты или инвентарь.

При отсутствии электрической энергии на наружных кабельных трассах применяют наборы инструментов и приспособлений, работающих на пропан-бутане. При монтаже муфт и заделок все отходы материалов, а также ранее применявшиеся механизмы, приспособления и инструменты удаляют с рабочих мест.

§ 38. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Процесс монтажа соединительных муфт после разделки концов кабеля является непрерывным и длится для свинцовой муфты 10 ч, а для эпоксидной — 7,5 ч.

Большую экономию времени дает рациональное совмещение подготовительных операций (разогрев кабельных составов, припой, банок с комплектами роликов и рулонов, приготовление эпоксидных компаундов и т. д.) с основными. Все эти работы выполняют одновременно с основными технологическими операциями, в результате этого резко сокращается трудоемкость монтажа муфт.

Подготовительные работы выполняют электромонтеры-кабельщики первого и второго разрядов под руководством звеньевых или бригадира, как правило, во второй палатке, установленной вблизи котлована траншеи. В предыдущей главе описан один из видов таких работ — проверка бумажной изоляции и разделяемых концов кабелей на отсутствие влаги. Аналогично проверяют хлопчатобумажную пряжу для бандажей, кабельных рулонов и роликов.

В первую очередь проверяют: качество изделий и материалов; соответствие их параметров, указанных в документации заводов-изготовителей; основные размеры и сохранность поверхности муфт, полумуфт, банок с рулонами и роликами, гильз, защитных кожухов, а также сроки годности эпоксидных компаундов и отвердителей. До начала работ комплектуют кабельные бирки, пикеты для котлованов, опознавательные знаки и др.

Разогрев припоев. В подготовительные работы входят операции по разогреву припоя, необходимого для облуживания мест заземления металлических оболочек и брони, пайки к ним проводников заземления, а также пайки мест соединения жил кабеля. Эти работы более подробно разобраны в гл. X.

Подготовка роликов, рулонов и бобин хлопчатобумажной пряжи. До начала технологических операций по восстановлению изоляции жил должен быть закончен разогрев до $70-80^{\circ}\text{C}$ роликов и рулонов, поставляемых заводами-изготовителями в герметических металлических банках, а также прошпарочного состава и бобин хлопчатобумажной пряжи для бандажей.

Изделия разогревают в специальном термостате (рис. 80, а), состоящем из стального корпуса с двойными стенками и дном, пространство между которыми заливают прошпарочным составом МП-1 или трансформаторным

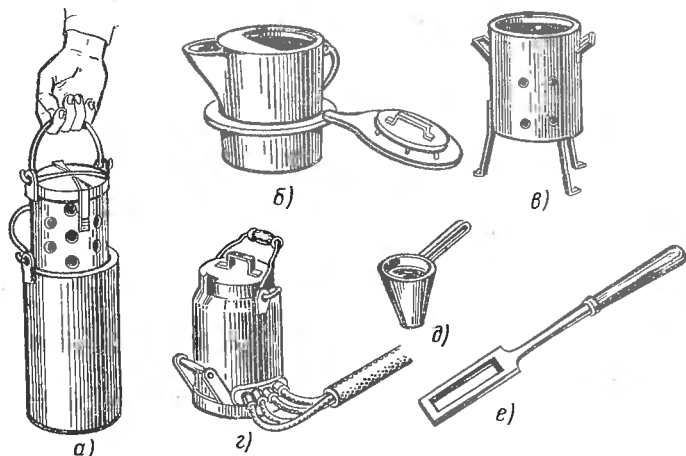


Рис. 80. Комплект инструментов и приспособлений для разогрева кабельных изделий и составов:

а — термостат, б — кабельное ведро, разогреваемое на жаровне, в — жаровня, г — воронка, е — мешалка

маслом. Такая конструкция исключает соприкосновение разогреваемых роликов и рулонов с нагреваемой стенкой термостата, а следовательно, их подгорание или обугливание. Кроме того, двойные стенки, между которыми залит состав (или масло), надежно поддерживают постоянную температуру внутри термостата во время всего технологического процесса изоляции жил. При заливке термостата следят за тем, чтобы поверхность разогреваемых роликов, рулонов или бобин была покрыта пропиточным составом или трансформаторным маслом. Термостат во время монтажа прикрывают крышкой и по мере расхода роликов, рулонов и бобин с хлопчатобумажной пряжей доливают сухим подогретым до $120 - 130^{\circ}\text{C}$ прошпарочным составом МП-1. Если термостата нет, изделия разогревают в ведрах с трансформаторным маслом. Разогрев комплектов роликов и рулонов в герметически закрытых заводских банках приводит к взрыву.

Проверка корпусов кабельных муфт. Корпуса свинцовых муфт при транспортировке могут деформироваться, поэтому перед транспортировкой проверяют их размеры. Трубу корпуса слегка выправляют киянкой на специальном шаблоне, придавая ей первоначальную цилиндрическую форму. Внутреннюю часть муфты протирают чистой и сухой тканью.

До монтажа эпоксидных соединительных муфт проверяют основные размеры корпуса, состоящего из двух половин. Одновременно осматривают грани мест соединений, литниковые каналы, а также внутренние поверхности частей корпуса. При необходимости их зачищают и обезжиривают на заводе-изготовителе, поэтому перед началом монтажа их только протирают чистой и сухой тканью.

Подготовка кабельных составов. Заливочные и пропиточные составы разогревают в вспомогательной палатке, расположенной вблизи рабочего места электромонтера-кабельщика. Горючие материалы не хранят в палатке. Для разогрева составов преимущественно пользуются газовым (рис. 80, б, в) или электрическим разогревателем (рис. 80, г) с плотно закрывающейся крышкой и носиком или термостатом. В носике закрепляют вкладыш с медной сеткой для предохранения составов от попадания извне посторонних частиц.

Во избежание взрыва запрещается разогревать составы в заводской закрытой таре (ведра, бидоны, банки

и т. д.), а также непосредственно пламенем горелки из-за их возможного подгорания. Битумный заливочный кабельный состав извлекают из заводской тары и откалывают чистым зубилом, а при температуре более 20°C состав расплавляют на легком огне и по мере расплавления переливают по частям в кабельное ведро. Канифольные составы предварительно расплавляют, постепенно повышая температуру, и контролируют термометром в металлической оправе со шкалой 200°C . Для равномерного разогрева состава его периодически перемешивают специальной мешалкой (рис. 80, е) или чистой сухой ложкой. Пригодный к заливке состав должен иметь чистую зеркальную поверхность. Пена на поверхности состава указывает на наличие в нем влаги.

Подготовка эпоксидных компаундов. В заводских комплектах материалов поставляют смесь эпоксидного компаунда с наполнителем — молотым пылевидным кварцем. Перед началом работы сверяют технические данные на этикетках металлических банок с данными, указанными в комплектационной ведомости. Особое внимание уделяют марке компаунда и его сроку годности. Аналогично проверяют технические данные отвердителя, упакованного в стеклянную тару. После вскрытия банки с компаундом и наполнителем их тщательно перемешивают так, чтобы осевший на дно банки пылевидный кварц равномерно распределился по всему объему компаунда.

Для удаления воздушных включений после перемешивания компаунд с наполнителем отстаивают 15 мин. Перед заливкой муфты в смесь вводят отвердитель и в течение 10 мин тщательно перемешивают его с компаундом.

После введения отвердителя компаунд с наполнителем пригодны к употреблению при температуре окружающей среды: от 0 до 10°C в течение 2 ч; от 11 до 20°C — 1,5 ч; от 21 до 35°C — 1—0,5 ч.

§ 39. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ МУФТ

Соединительные муфты для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной изоляцией. Технологический процесс, характерный для монтажа любых соединительных муфт, а также смену технологических операций и приспособлений, инструментов, материалов на рабочих местах легко проследить на примере монтажа свинцовых или эпоксидных муфт для кабеля марки ААБ2л-10 (кабель с алю-

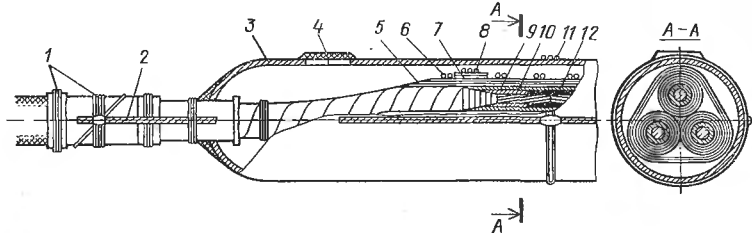


Рис. 81. Соединительная свинцовая муфта СС:

1, 11 — проволочные бандажы, 2 — провод заземления, 3 — корпус муфты, 4 — заливочное отверстие, 5 — подмотка рулонами, 6, 8 — бандажы из кабельной пряжи, 7, 9, 10 — подмотки роликами шириной 25, 10 и 5 мм, 12 — соединительная гильза

миниевыми токопроводящими жилами, бумажной пропитанной изоляцией, алюминиевой оболочкой, бронепокровом из плоских лент, особо усиленной подушкой у защитного покрова оболочки, наружным покровом; рабочее напряжение кабеля 10кВ). Для соединения или ремонта строительных длин этого кабеля следует применять соединительные муфты СС, СЭ или СЭв.

Соединительная свинцовая муфта марки СС (рис. 81) представляет собой трубу, изготовленную из свинца. После изолирования мест соединений жил концам трубы при монтаже придают сферическую форму до соприкосновения со свинцовой или алюминиевой оболочками соединяемых концов кабелей. Затем трубу припаивают к оболочкам для обеспечения герметичности муфты. Муфту заполняют заливочным составом через отверстия, вырубаемые в ней во время монтажа, а затем запаивают после заливки. Заземление осуществляют медным многопроволочным проводом, припаянным к корпусу муфты и металлическим оболочкам кабеля.

Муфту защищает от механических повреждений кожух, состоящий из двух симметричных продольных половин, стягиваемых болтами. Защитные негерметичный марки КзЧ и герметичный КзЧГ кожухи изготавливают из серого чугуна, а КзП — из пресс-материалов.

Соединительная эпоксидная муфта марки СЭ (рис. 82) состоит из двух разъемных полукорпусов, которые в месте сочленения плотно подогнаны друг к другу. После соединения жил и их изоляции устанавливают резиновые уплотнительные кольца и полумуфты, предварительно одетые на концы кабелей, а также эпоксидные распорки (звездочки). Концы полумуфт уплотняют, а внутреннюю

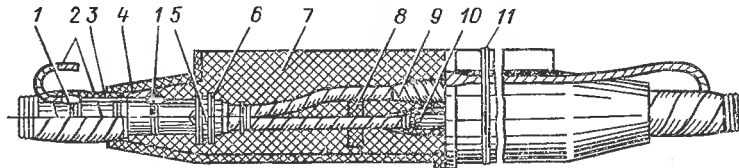


Рис. 82. Соединительная эпоксидная муфта СЭ:

1 — бандаж провода заземления, 2 — провод заземления, 3 — герметизирующая подмотка, 4 — корпус, 5 — резиновое уплотнительное кольцо, 6 — разрезная гильза, 7 — компаунд, 8 — распорная звездочка, 9 — подмотка жилы, 10 — соединительная гильза, 11 — проволоочный бандаж

полость заполняют эпоксидным компаундом. Излишки концов провода заземления, напаянные на броне и оболочке соединяемых кабелей, отрезают, концы соединяют между собой и прикрепляют к муфте.

Наиболее сложной и ответственной операцией при монтаже соединительных муфт является восстановление заводской изоляции после соединения жил. Бумажную изоляцию кабелей восстанавливают комплектами роликов, рулонов, бобин и хлопчатобумажной пряжи, поставляемыми заводом-изготовителем (см. гл. VII).

Восстановление изоляции роликами и рулонами. Для ступенчатого восстановления изоляции жил на участке *И* (см. рис. 67) снимают верхние расцветочные ленты.

Для ровного обрыва бумажных лент применяют специальное приспособление или тонкую стальную проволоку с двумя свинцовыми грузиками. Приспособление (рис. 83, *а*) состоит из обжимной ленты 3 (стальная фольга, фотопленка или другой эластичный материал), которая обхватывает бумагу фазной изоляции 2 жилы 1. Лента натягивается пружиной 6. Натяжения регулируют рычагом 8 с пружиной 7, находящимися в зажиме 9. Обжимную ленту одним концом закрепляют в прорезях скобы 5, затем, огибая жилу кабеля, пропускают через буртики 4 и зажим 9.

Для получения ровного обрыва бумажных лент на изоляцию кабеля навивают виток тонкой струны с грузиками (рис. 83, *б*). После снятия определенного количества верхних лент 11 у места намотки струны последнюю вместе с грузиками 10 перемещают к месту соединения на расстояние, равное ширине ступени.

После разделки концов кабеля (см. гл. VIII) без перерыва выполняют технологические операции монтажа соединительных муфт. К этому времени на концах кабеля

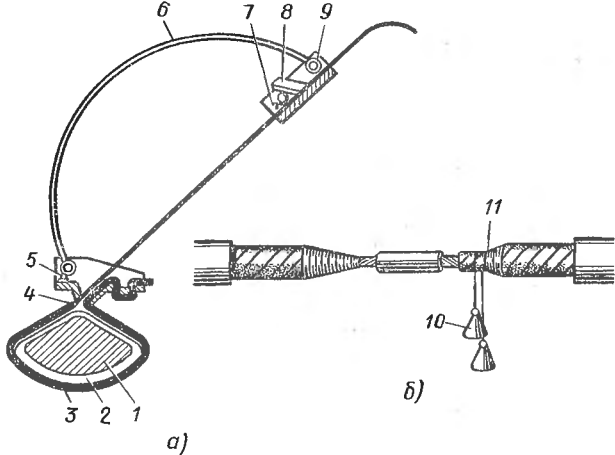


Рис. 83. Приспособления для обрыва бумажных лент изоляции кабелей:

а — обжимная лента с пружинным устройством, *б* — грузики со струной

уже надеты все неразъемные изделия, предназначенные для последующих операций (корпуса муфт или полумуфт, уплотнительные резиновые кольца и т. д.).

Разделанные концы кабеля, закрепленные в зажимах стоек специального приспособления (см. рис. 68), соединяют между собой одним из способов, описанных в гл. X.

После каждой операции (например, механической обработки соединительных гильз) участки, на которых выполняли работы, и прилегающие к ним участки, промывают прошпарочным составом МП-1, разогретым до 120—130 °С.

Предварительно разогретые ролики и рулоны достают из банки только крючком (рис. 84, *а*), исключая попадания на них влаги с рук или инородных частиц.

Восстановление изоляции (рис. 85, *а*) начинают с ого-

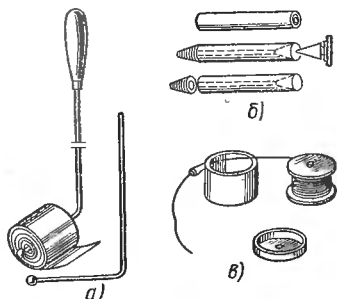


Рис. 84. Комплект приспособлений для восстановления бумажной изоляции:

а — крючки для захвата роликов, *б* — шаблон, *в* — обойма с катушкой для наложения ниточных бандажей

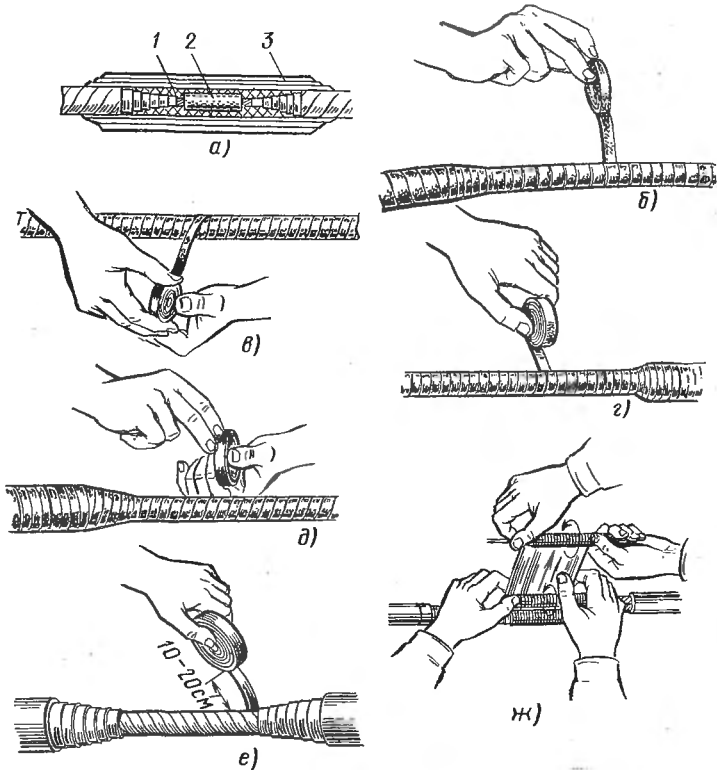


Рис. 85. Примеры отдельных операций по восстановлению бумажной изоляции кабелей:

а — расположение бумажной изоляции при комбинированном изолировании роликками и рулонами, *б* — подмотка роликом правой рукой сверху вниз, *в* — передача ролика из правой руки в левую, *г* — подмотка роликом левой рукой снизу вверх, *д* — передача ролика из левой руки в правую, *е* — поворот ролика с вырезкой ленты при наложении следующего слоя изоляции, *ж* — наложение рулонной изоляции перемоткой; 1, 2 — подмотка бумажными роликками с шириной ленты 5 и 10 мм, 3 — намотка рулонной изоляции

ленных участков жил (между соединительной гильзой и торцом ступенчатой разделки заводской изоляции). Подмотку роликов (рис. 85, б-е) шириной 5, а затем 10 мм ведут до шести-семи слоев над местом соединения и по заводской изоляции по ширине наматываемых сверху рулонов. Поверхность изоляции каждой пары соединяемых жил выравнивают до цилиндрической формы. При подмотке ролик удерживают между большим и указательным пальцами правой руки и передвигают его

сверху вниз. В нижнем положении ролик переключают в левую руку и передвигают снизу вверх. Повторяя эти операции, электромонтер равномерно накладывает каждый слой ленты ролика, чтобы исключить воздушные зазоры и складки. Свободной рукой разглаживают наложенные витки ленты ролика. Зазор в стыках между разделкой заводской изоляции и слоями подмотки не должен превышать 0,3 мм. Несовпадение зазоров между лентами в радиальном направлении обеспечивают соответствующей установкой в начале подмотки ролика с вырезом, выполненным при его повороте.

Дальнейшую изоляцию выполняют рулоном (рис. 85, ж). У рулона, взятого из термостата, обрывают два-три верхних слоя бумаги. Рулон зажимают с обоих торцов руками и плотно накладывают на подмотку, выполненную роликами. Во время намотки ленты рулона при каждом обороте подтягивают намотанные слои, вытесняя при этом воздух и лишний пропиточный состав. По окончании перемотки рулона продолжают вращать бумагу в направлении намотки для уплотнения. Эту операцию следует выполнять осторожно, чтобы не сдвинуть с места весь рулон, и быстро, чтобы не дать ему остыть.

Верхние загрязненные руками слои бумаги после затяжки рулона удаляют. Общая толщина изоляции поверх гильзы для кабелей напряжением 6 кВ составляет 5 мм, для 10 кВ — 7 мм.

Рулонную подмотку обрывают на конус приспособлениями (см. рис. 83) или специальными шаблонами (см. рис. 84, б), с помощью этого шаблона из цилиндрической части рулона или ролика выдавливают внутренний конус, который затем срезают. Оставшаяся часть рулона при намотке с одного конца создает ступенчатую конусную изоляцию.

При намотке каждый рулон во избежание разматывания перевязывают хлопчатобумажной пряжей, взятой из термостата. Для наложения бандажей из этой пряжи применяют специальные приспособления (см. рис. 84, в).

Восстановление изоляции самосклеивающимися лентами. Аналогично поставке комплектов роликов, рулонов и бобин с пряжей для муфт марки СС в комплектах соединительных эпоксидных муфт марки СЭ поставляют самосклеивающиеся ленты, применяемые для восстановления бумажной изоляции в местах соединения жил. Для этого бумажную изоляцию кабеля после снятия расцветочных лент и временно оставленного пояса обо-

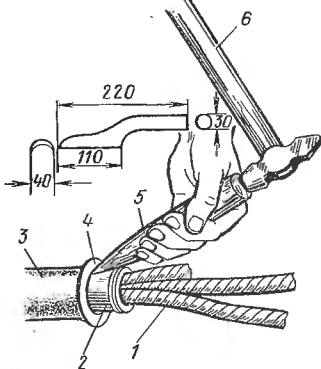


Рис. 86. Отгибание острых краев на свинцовой оболочке:

1 — жилы кабеля, 2 — поясная изоляция, 3 — свинцовая оболочка, 4 — раструб, 5 — разбортовка, 6 — молоток

лочки, зазоры между срезом бумажной изоляции и контактным соединением (гильзой или местом сварки), а также контактное соединение обезжиривают и протирают сухой салфеткой.

Зазоры и контактное соединение изолируют двумя слоями из самосклеивающейся ленты марки ЛЭТСАР ЛППм без захода на бумажную изоляцию жил. Ленту с 50 %-ным перекрытием вытягивают так, чтобы ее ширина была не более 70 % от исходной ширины.

Подготовка корпусов муфт к заливке изолирующими составами или компаундами. После изолирования мест соединений

всех жил в муфте марки СС на них по центру муфты наматывают общий бандаж из бумажной ленты, которую перевязывают пряжей. Затем удаляют кольцевые пояски оболочек, закрепляя поясную изоляцию.

Особенно тщательно обрабатывают торцы металлических оболочек, закругляя и отгибая их острые края специальной разбортовкой (рис. 86). Раструб 4 на оболочке выполняют в самом опасном для электрического пробоя месте, т. е. в шейке муфты, где происходит резкое изменение напряженности электрического поля из-за разности диаметров изоляции внутри кабеля и корпуса муфты. Образование раструба обеспечивает плавный переход и более благоприятное распределение напряженности электрического поля в этом месте, снижая возможность электрического пробоя изоляции. Поверхность места соединений промывают разогретым прошпарочным составом.

Корпус свинцовой муфты марки СС, надетый ранее на один из концов кабеля, надвигают на место соединения жил (рис. 87, а). Оба конца корпуса муфты обивают вальком, придавая концам трубы сферу полушария с радиусом, равным половине диаметра муфты (рис. 87, б).

Особое внимание уделяют подготовке поверхностей пайки шеек и оболочки кабеля. Места пайки алюминиевой оболочки зачищают и облуживают припоем марки

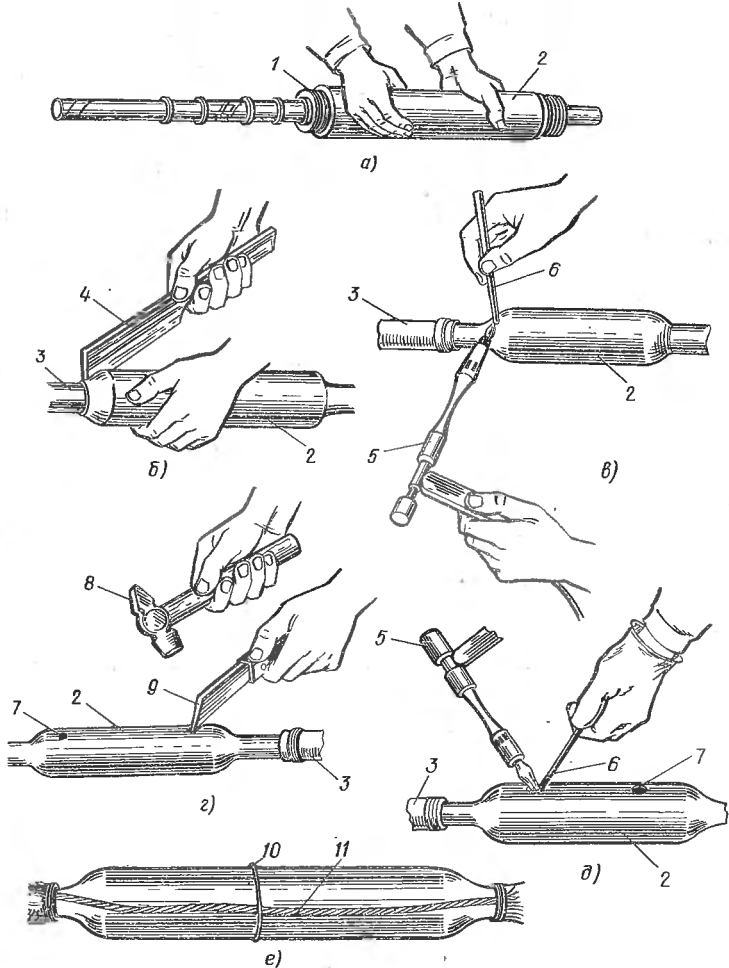


Рис. 87. Примеры отдельных операций герметизации свинцовой муфты СС и ее заземления:

а — надевание корпуса на один из концов кабеля, *б* — обколачивание торцов винтового корпуса, *в* — припайвание горловины корпуса к оболочке кабеля, *г* — прорубание заливочных отверстий, *д* — запаивание заливочных отверстий, *е* — заземление муфты; 1 — чистая ткань, 2 — свинцовый корпус муфты, 3 — кабель, 4 — валец, 5 — горелка, 6 — пруток припоя, 7 — заливочное отверстие, 8 — молоток, 9 — нож, 10 — бандаж, 11 — провод заземления

А, а затем оловянистым. Места пайки свинцовой муфты после обработки слегка подогревают горелкой и протирают салфеткой, пропитанной стеарином. Пламенем горелки нагревают место пайки, а также пруток припоя,

накладывая его слоем 4—5 мм на место пайки (рис. 87, в). На конце кабеля в месте отреза брони накладывают шнуровой асбест, который исключает вытекание пропиточного состава защитных покровов оболочки при ее нагреве. Поверхность пайки свинцовой муфты должна быть гладкой, без прожогов, раковин и незапаянных трещин. Пайку шейки свинцовой муфты к оболочке одного из концов кабеля выполняют не более 3—4 мин, избегая возможного перегрева бумажной изоляции. Контроль за пайкой нижней части муфты выполняют с помощью специального зеркала, имеющегося в наборе инструментов.

После этого в верхней части корпуса муфты вырубают заливочные отверстия в виде язычка треугольной формы с двумя сторонами длиной 25—30 мм (рис. 87, г). Заземление концов кабеля и корпуса муфты выполняют после ее пайки.

Аналогичные работы выполняют перед заливкой эпоксидного компаунда в корпус муфты марки СЭ. Оболочку до резинового уплотнительного кольца зачищают стальной щеткой и обезжиривают. В местах перехода с криволинейной части жил на прямолинейную (для их фиксации) при заливке компаундом устанавливают специальные эпоксидные распорки (рис. 88).

Перед установкой распорки тщательно зачищают и обезжиривают, после установки — закрепляют бандажом из сухих ниток. Резиновые уплотнительные кольца сдвигают так, чтобы они находились на расстоянии 10 мм от среза оболочки и зажимают хомутом. От места среза брони до края горловины муфты выполняют кольцевую подмотку липкой ПВХ лентой, которую накладывают на ступени брони до диаметра, равного диаметру горловины муфты. На остальной части брони, с заходом на защитный покров, осуществляют двухслойную под-

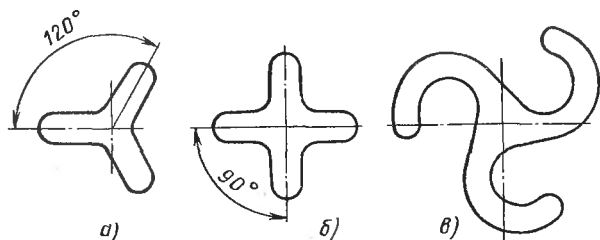


Рис. 88. Эпоксидные распорки (звездочки):
 а — с прямыми лучами для грехжилых кабелей, б — с прямыми лучами для четырехжилых кабелей, в — с изогнутыми лучами для трехжилых кабелей

мотку из той же ленты. При выполнении этой подмотки провод заземления в месте вывода его из муфты тщательно укладывают на поверхность кабеля так, чтобы он занимал минимальную высоту.

Обе половины муфты надвигают на место соединения жил и устанавливают в рабочее положение. Для предохранения корпуса муфты от вытекания из него компаунда производят дополнительные уплотнения. Поливинилхлоридную ленту наматывают с заходом 30 мм на наружную поверхность полумуфт в местах ввода кабеля. Щели между торцами полумуфт в месте их соприкосновения уплотняют пластилином, герметиком УС-65 или замазкой. Обе половины провода заземления соединяют опрессовкой и изолируют ПВХ лентой.

При монтаже муфты марки СЭв после всех операций, связанных с изоляцией жил, установкой уплотнительных колец и звездочек, одну из полумуфт устанавливают на место, а провод заземления укладывают в нижнем канале полумуфты. После проверки правильности укладки провода заземления вторую полумуфту устанавливают на место. Обе полумуфты скрепляют хомутами. Уплотнение щелей и зазоров муфты марки СЭв выполняют аналогично монтажу муфты марки СЭ.

Заливка кабельных составов и эпоксидных компаундов. Подготовленные составы и компаунды доставляют из вспомогательной палатки в основную. Корпус свинцовой муфты перед заливкой состава нагревают до 50—60 °С, так как между холодными стенками муфты и остывшим составом могут образоваться пустоты, накапливающие влагу.

Во избежание усадочных раковин и пустот битумный состав заливают в корпус в несколько приемов. Маслосодержащий состав заливают в одно из отверстий (для соединительных муфт) до тех пор, пока в составе, вытекающем из другого отверстия, не прекратится выделение пены. По мере усадки и охлаждения выполняют доливку состава.

Заливочные отверстия во время остывания и усадки состава покрывают чистой и сухой тканью. После окончания доливки и полного остывания состава отверстия закрывают предварительно отогнутыми уголками и пропавивают (см. рис. 87, д).

Особо тщательно выполняют заливку в корпус муфты эпоксидного компаунда, который доставляют на рабочее место перемешанным с наполнителем и отвердителем.

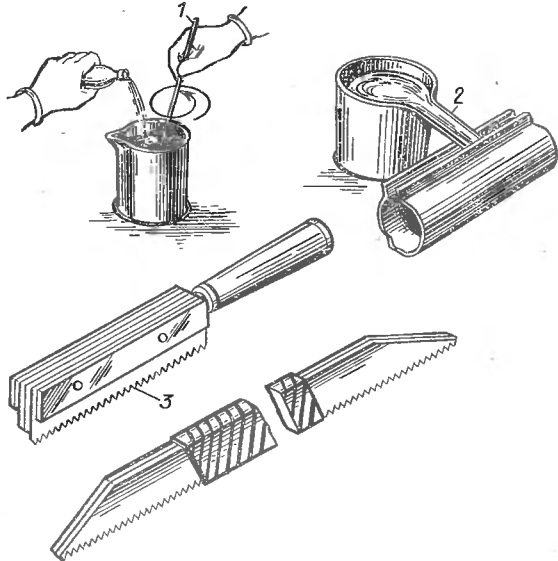


Рис. 89. Комплект инструментов и приспособлений для монтажа эпоксидных соединительных муфт:

1 — мешалка, 2 — лоток, 3 — скребок для зачистки оболочек и брони

После перемешивания для улетучивания воздушных включений компаунд выдерживают в течение 10–15 мин. Далее компаунд заливают в корпус муфты с небольшой высоты непрерывной струей шириной 10–15 мм по лотку (рис. 89) с переходом этой струи с лотка на стенку корпуса. Непрерывная заливка компаунда также способствует уменьшению воздушных включений при монтаже муфты.

Отверждение компаунда происходит примерно через 12 ч после заливки (при 20 °С). При других температурах окружающей среды время отверждения компаунда изменяется. При температуре окружающей среды 5 °С и ниже компаунд может не затвердеть. В связи с этим при температурах от 10 °С и ниже применяют специальные эпоксидные компаунды УП с определенными вводимыми в них отвердителями или подогревают корпус муфты, в который заливают компаунды К-115, К-176 или Э-2200.

При температуре окружающей среды выше 25 °С до отверждения компаунда в муфту проникает разогретый пропиточный состав кабеля. Под действием высоких тем-

температур окружающей среды и самонагрева эпоксидного компаунда в муфте образуются поры, свищи и раковины, которые резко снижают электрическую прочность ее изоляции. Поэтому при температурах окружающей среды ниже 10°C и выше 25°C принимают дополнительные меры при заливке эпоксидных компаундов в муфты.

Как было сказано выше, при температурах окружающей среды от 10 до 25°C применяют все эпоксидные компаунды без предварительного подогрева, подогрева и охлаждения в момент отверждения, а компаунды УП-5-199 и УП-5-199-1 — при определенных соотношениях массовых частей отвердителей (см. гл. VII). В этом случае комплекты соединительных муфт обозначают с дополнительным индексом У (например, марка СЭ-3-У).

При температурах окружающей среды от -40 до $+10^{\circ}\text{C}$ для эпоксидных соединительных муфт применяют компаунды УП-5-199 и УП-5-199-1 с определенным соотношением массовых частей отвердителя, обеспечивающим отверждение компаундов в течение $1-3$ ч после заливки без подогрева муфты. В этом случае в обозначение марки для поставляемых комплектов вводят дополнительный индекс ХЛ (например, марка СЭ-3-ХЛ).

До введения отвердителей компаунд подогревают до $(35 \pm 5)^{\circ}\text{C}$. Отвердители вводят в компаунд, предварительно перемешав их в течение $3-5$ мин. Во избежание быстрого отверждения после перемешивания компаунд заливают в корпус муфты до края литника. По мере усадки оставшийся компаунд в течение $0,5-1$ ч доливают $1-2$ раза в муфту. Для замедления отверждения компаунд до доливки ставят в прохладное место. Муфту после заливки компаундом обертывают теплоизолирующим материалом (войлоком или асбестом).

Искусственный подогрев корпусов муфт, залитых компаундами К-176, К-115 или Э-2200, до $20-25^{\circ}\text{C}$ выполняют различными способами. При подогреве горелками инфракрасного излучения ГИИВ-1 (см. гл. VIII) две горелки, размещенные с противоположных сторон на расстоянии 1 м от муфты, обеспечивают необходимую температуру. Через $2-2,5$ ч после заливки компаунда горелки отключают, муфту обкладывают теплоизоляционным материалом, который снимают через сутки.

Подогрев химическими обогревателями производят в чехле из плотного сукна или в кожухе из нержавеющей стали. Химический обогреватель заполняют рабочей

смесью: хлористая медь — 0,5, алюминиевый опил — 0,5, древесный опил — 1,5 и вода — 0,3 кг. Принцип действия обогревателя основан на химической реакции между хлористой медью и алюминием с выделением значительного количества теплоты. Обратимая реакция позволяет использовать смесь до трех раз без добавления активной массы, при этом количество воды увеличивают на 0,1 кг перед каждым циклом обогрева.

Соединительную муфту марки СЭ или СЭв после заливки эпоксидного компаунда обертывают бумагой для предохранения чехла от загрязнения. Воду в указанном количестве добавляют в смесь и тщательно перемешивают. Чехол размером 500 × 850 мм надевают на корпус муфты и закрепляют на нем. Поверх чехла накладывают теплоизоляционный материал для уменьшения потерь теплоты в окружающую среду.

Химический обогреватель в металлическом кожухе из нержавеющей стали (рис. 90) имеет двойные стенки, между которыми находится уксуснокислый натрий. Выделение теплоты происходит при кристаллизации уксуснокис-

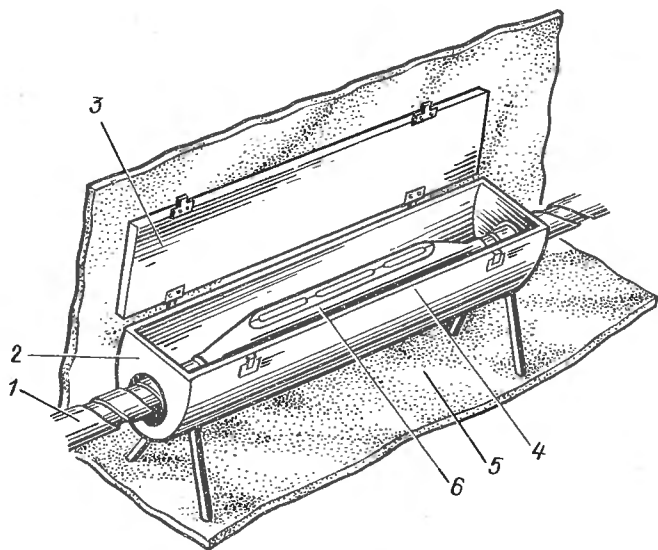


Рис. 90. Химический обогреватель в металлическом кожухе для эпоксидных соединительных муфт:

1 — кабель, 2 — заслонка, 3 — крышка, 4 — кожух, 5 — чехол, 6 — соединительная муфта

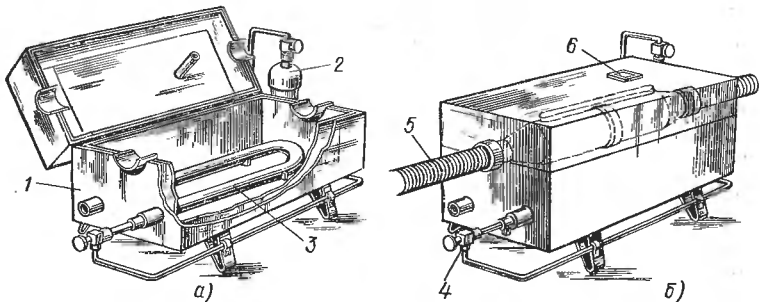


Рис. 91. Обогревательная камера для эпоксидных соединительных муфт:

а — в раскрытом виде, *б* — в закрытом виде с муфтой; 1 — ящик, 2 — газовый баллон, 3 — труба, 4 — пропан-бутановая горелка, 5 — кабель, 6 — термометр

лого натрия, предварительно разогретого до 80°C . Разогрев выполняют двумя горелками ГИИВ в течение 30 мин либо пламенем газовой горелки или паяльной лампы. Разогретый обогреватель устанавливают на корпус муфты. После заливки компаунда крышку обогревателя закрывают, а его корпус обкладывают теплоизоляционным материалом.

Подогрев обогревательной камерой (рис. 91) допускается применять при отсутствии горелок ГИИВ или химических обогревателей, так как при нем неравномерно разогревается корпус муфты, а следовательно, отвержденный компаунд.

Эпоксидную муфту помещают в камеру, внутренние стенки которой обшиты теплоизоляционным материалом. Через стальную трубу пропускают воздух, нагреваемый пламенем горелки. Температуру внутри камеры контролируют, регулируя пламя горелки. После отверждения компаунда прогрев прекращают. Камеру снимают после выравнивания температуры внутри ее корпуса до температуры окружающей среды. Во избежание нарушения структуры эпоксидного компаунда запрещается прогревать муфту непосредственно пламенем газовой горелки или паяльной лампы.

До монтажа эпоксидных соединительных муфт в траншеях или на эстакадах при температуре окружающей среды выше 25°C выполняют следующее:

монтируемую муфту тщательно защищают от прямого воздействия солнечных лучей (палатка, навес), а кабе-

ли при прокладке в траншее засыпают грунтом на всей протяженности;

непосредственно перед установкой эпоксидного корпуса муфты (или полумуфт) дополнительно обезжиривают бумажную изоляцию. В корешок разделки кабеля вводят тампон из сухой и чистой хлопчатобумажной ленты, который впитывает в себя пропиточный состав, поступающий из кабеля, тем самым исключая проникновение этого состава в компаунд до его отверждения;

охлаждают эпоксидный компаунд до температуры не выше 20°C ;

выполняют монтажные работы рано утром или ночью, когда температура окружающей среды бывает минимальной.

В случае, если указанные мероприятия оказываются недостаточными, применяют метод локального замораживания. Этот метод заключается во временном замораживании участка кабеля, исключая проникновение из него пропитывающего состава в корпус муфты до отверждения компаунда.

Установка для локального замораживания (рис. 92) состоит из одного или двух баллонов с жидким диоксидом углерода, съемной морозильной камеры, соединительного гибкого шланга и арматуры для присоединения шланга к баллону и камере.

Для замораживания конца кабеля на расстоянии около 1 м от места монтажа муфты устанавливают съемную камеру из теплоизоляционного материала (шинельного сукна, войлока и т. д.). Для этого одну сторону камеры прошивают суровыми нитками, а другую после надевания на кабель соединяют двумя металлическими планками.

Процесс замораживания начинают до снятия оболочки при разделке кабеля. Для этого камеру заполняют

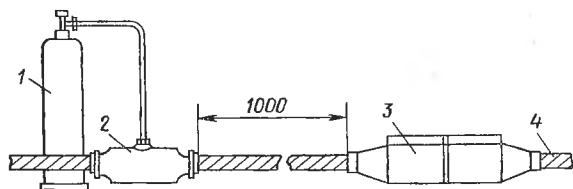


Рис. 92. Схема установки для локального замораживания:

1 — баллон со сжиженным диоксидом, 2 — морозильная камера, 3 — соединительная или стопорная муфта, 4 — кабель

диоксидом углерода. В результате быстрого увеличения объема сжиженного диоксида углерода от давления в баллоне 6—7 МПа до атмосферного давления в камере получают сухую фазу диоксида углерода («сухой» снег). Камеру снимают с кабеля через 2,5—3 ч после заливки компаунда, а при монтаже свинцовой муфты — после окончания ее монтажа. Муфту с кабелем укладывают на место не ранее чем через 0,5 ч после снятия камеры.

Монтаж защитных кожухов. Перед укладкой муфты марки СС в негерметичный кожух ее корпус, провод заземления, а также все незащищенные участки кабеля, примыкающие к корпусу, покрывают защитным лаком. Кроме того, в целях защиты от почвенной коррозии незащищенные участки алюминиевой оболочки и сам корпус муфты поверх слоя защитного лака покрывают сначала двумя слоями ПВХ ленты, затем слоем смоляной ленты с асфальтовым лаком. На кабель по обе стороны от корпуса муфты подматывают смоляную ленту так, чтобы диаметр подматываемой части был на 4—5 мм больше внутреннего диаметра горловины кожуха для обеспечения прочного закрепления в нем кабеля.

Затем муфту укладывают в нижнюю половину кожуха, закрывают ее верхней половиной так, чтобы ее выступы вошли в пазы нижней. Обе половины скрепляют болтами, затягивая их поочередно с одной и другой сторон. Гайки и головки всех болтов после затяжки покрывают защитным лаком.

В целях противопожарной защиты эпоксидные муфты при прокладке кабелей на открытом воздухе закрывают специальными кожухами (см. гл. XIII).

Соединительные муфты из самосклеивающихся лент марки ПССл для кабелей напряжением до 6 кВ с пластмассовой изоляцией. В этих муфтах самосклеивающимися лентами восстанавливают металлический и полупроводящий экраны (рис. 93, а). Герметизация при восстановлении оболочки муфты достигается термоусаживаемой трубкой, а механическая защита муфт при прокладке в земле — кожухами из стеклопластика или чугуна.

При разделке концов их размер сначала принимают с запасом в 100 мм для того, чтобы длина сматываемых при разделке лент экрана была достаточной для дальнейшего экранирования муфты. Ленты экрана сматывают в рулоны и временно закрепляют на концах кабеля. Запасной участок кабеля длиной 100 мм отрезают после удаления полупроводящего экрана и поясной изоляции.

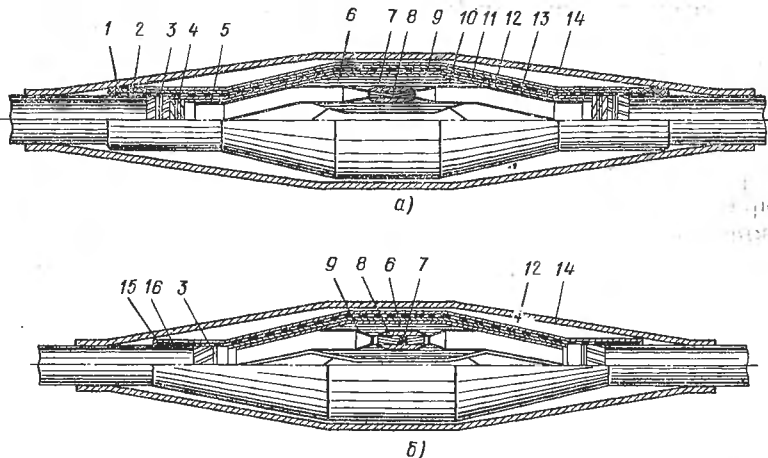


Рис. 93. Соединительная муфта ПСсл напряжением 6 кВ (а), 10 кВ (б): 1, 5, 8, 16 — адгезионные прослойки, 2, 15 — восстановленные наружные покрытия (термоусаживаемая трубка или лента ЛЭТСАР), 3 — бандаж, 4 — место пайки провода заземления, 6 — восстановленная изоляция жил из ленты ЛЭТСАР, 7 — соединительная жила, 9 — полупроводящий экран, 10 — общая подмотка лентой ЛЭТСАР ЛПП, 11 — восстановленный экран, 12 — провод заземления, 13 — подмотка лентой из ПВХ пластиката, 14 — кожух

Для кабелей с алюминиевой оболочкой длина ее ступени составляет 70 мм.

После соединения жил пластмассовую изоляцию жил и ленточную поясную изоляцию восстанавливают аналогично ранее описанному способу. При этом общая толщина подмотки составляет 7 мм, а длина конусной части по краям — 15 мм. Восстановление полупроводящего экрана, а также экранов из медных или алюминиевых лент выполняют по технологии, приведенной в технической документации. Провод заземления закрепляют в соответствии с технологией, описанной в гл. VIII.

Наружный шланг восстанавливают, последовательно накладывая адгезионную прослойку из лака, самосклеивающиеся ленты и термоусаживаемую трубку. При отсутствии термоусаживаемой трубки сверху адгезионной прослойки наносят четыре слоя ленты ЛЭТСАР. На смонтированную муфту надевают защитный кожух, уплотняя его горловины лентами из ПВХ пластиката. Соединительные муфты ПСсл из самосклеивающихся лент применяют также и для кабелей напряжением до 3 кВ с пластмассовой изоляцией.

Соединительные муфты из самосклеивающихся лент марки ПСсл для кабелей с пластмассовой изоляцией напряжением до 10 кВ (рис. 93, б). В отличие от конструкции кабелей с пластмассовой изоляцией напряжением 6 кВ эти кабели имеют поверх токопроводящей жилы и ее изоляции полупроводящие экраны. Кроме того, поверх скрученных изолированных и экранированных жил при изготовлении кабеля накладывают общий полупроводящий и металлический экраны.

Полупроводящий экран сверху неизолированной жилы восстанавливают двумя слоями ленты ЛЭТСАР ЛПП; изоляцию жил — подмоткой ленты ЛЭТСАР (общая толщина изоляции 10 мм).

Ленточные металлические экраны восстанавливают алюминиевыми или медными лентами. Конец алюминиевой ленты предварительно натирают разогретым припоем марки А. Один конец ленты припаивают к ленте заводского экрана оловянистым припоем. Затем ленту наматывают в два слоя с 50 %-ным перекрытием и припаивают к ленте заводского экрана другого кабеля. Существуют и другие способы восстановления ленточного экрана, которые описаны в технической документации.

Соединительные латунные и эпоксидные муфты для кабелей напряжением 20 и 35 кВ с бумажной изоляцией. В сетях с незаземленной нейтралью для соединения кабелей с бумажной изоляцией и отдельными металлическими оболочками на каждой жиле кабелей, проложенных на горизонтальных участках трассы, применяют соединительные латунные однофазные муфты марки СЛО-35 (рис. 94) и свинцовые марки ССО.

Корпус муфты марки СЛО-35 состоит из двух латунных полумуфт 1 и 9, герметично соединенных между собой и с металлическими оболочками кабелей пайкой. Изолирование мест соединения жил 6 выполняют подмоткой бумажными роликами и рулонами 5 и 7. Для вы-

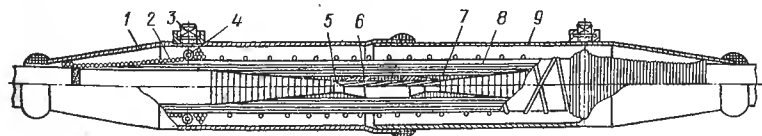


Рис. 94. Соединительная латунная муфта СЛО-35:

1, 9 — левая и правая полумуфты, 2 — экран, 3 — пробка, 4 — экранное кольцо, 5, 7 — подмотки роликами шириной 5 и 10 мм, 6 — соединительная гильза, 8 — подмотка рулонами

равнивания электрического поля у торцов металлических оболочек концов кабелей на конусы бумажных рулонов 8 накладывают экраны 2 из медного луженого канатика. Внутреннюю полость муфты заполняют маслоканифольной массой через заливочные отверстия, закрываемые пробкой 3. Заземляют муфты медными гибкими проводами сечением 25 мм². Для этого провод присоединяют к металлическим оболочкам соединяемых жил кабелей, серединам корпусов всех трех однофазных муфт и броне кабелей. Муфты для защиты от механических повреждений и коррозии помещают в общий металлический кожух или кожух из стеклопластика. При прокладке в каналах и туннелях применяют только стальные кожухи.

В книге разобраны только наиболее часто применяемые соединительные муфты напряжением 1—35 кВ, характерные для отдельных групп кабельной арматуры. Более полные сведения о других муфтах (чугунных соединительных и ответвительных, эпоксидных ответвительных, металлических стопорных и стопорно-переходных, соединительных для прокладки кабелей под водой и др.) приведены в технической документации.

§ 40. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА КОНЦЕВЫХ МУФТ И ЗАДЕЛОК

Концевые муфты и заделки надежно защищают изоляцию кабеля от увлажнения, солнечной радиации, вредных атмосферных воздействий (химически активной среды, токопроводящей пыли и т. д.). Они имеют высокую электрическую прочность и разрядные характеристики.

В отличие от соединительных концевые муфты монтируют и эксплуатируют только в одной среде — на воздухе. Концевые заделки применяют внутри помещений или в герметических шкафах на открытом воздухе.

В связи с различными конструкциями кабелей и условиями эксплуатации применяют большое количество концевых муфт и заделок.

Ниже рассмотрено устройство и технология монтажа наиболее распространенных конструкций концевых муфт и заделок.

Концевые металлические муфты наружной установки напряжением до 10 кВ (рис. 95, а). Для оконцевания в наружных установках трехжильных кабелей с бумажной изоляцией с сечением жил до 240 мм² на напряжение 6

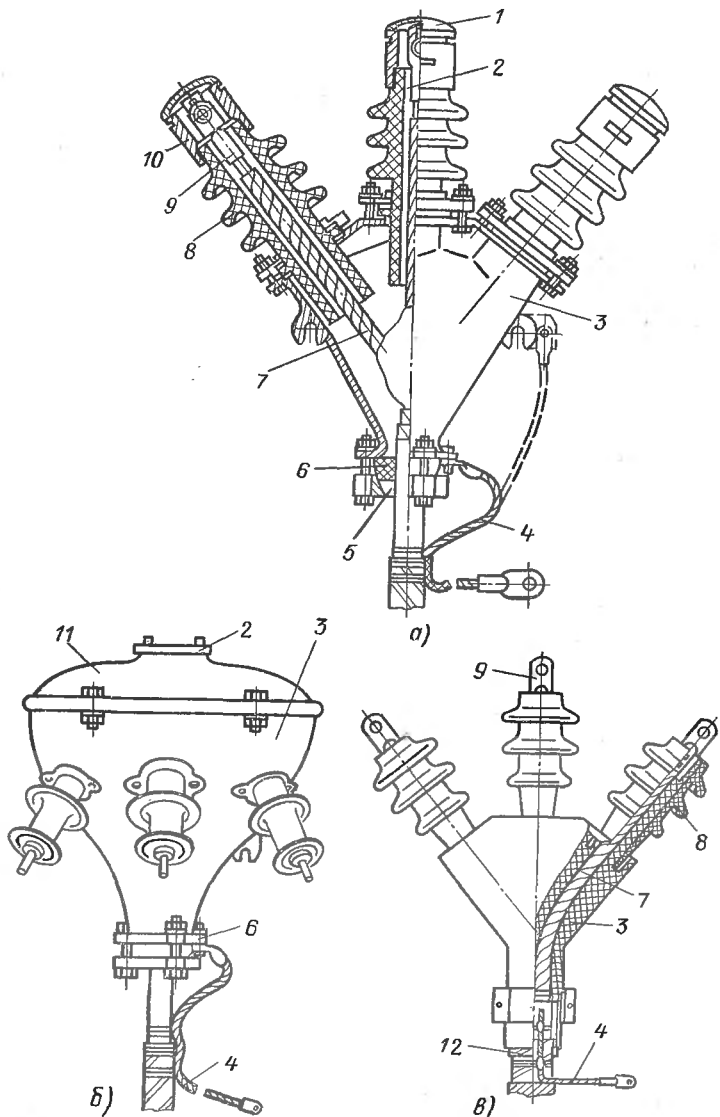


Рис. 95. Концевые муфты наружной установки для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной изоляцией:

a — КНА, *б* — КМА, *в* — КНЭ; 1 — медный колпачок, 2 — заливочное отверстие, 3 — корпус, 4 — провод заземления, 5 — конус, 6 — сальник, 7 — жила кабеля, 8 — изолятор, 9 — наконечник, 10 — контактная головка, 11 — крышка корпуса, 12 — подмотка из хлопчатобумажных лент с промазкой компаундом

и 10 кВ применяя концевые трехфазные муфты: КНА — с алюминиевым корпусом, КНЧ — с чугунным, КНСт — со стальным.

Кабель разделявают согласно общим указаниям, приведенным в гл. VIII.

Перед началом монтажа проверяют размеры концевой муфты. Особое внимание уделяют расположению наружных контактных шин головок изоляторов муфты относительно передней стенки ее корпуса. Шины должны соответствовать расположению контактов подключаемой электроустановки. Из корпуса муфты извлекают сальник и подбирают в нем необходимую прорезь, диаметр которой соответствует диаметру вводимого кабеля. Корпус сальника надевают на броню кабеля и временно сдвигают за пределы разделки.

Кабель изгибают с учетом допустимого радиуса изгиба и закрепляют вертикально. При этом проверяют расположение разделанных жил; средняя жила должна быть на 8—15 мм длиннее крайних. Жилы разводят, закрепляют бумажную изоляцию и обрезают. После оконцевания жил готовят корпус муфты к заливке массой. Для этого снимают все временные бандажи, расцветочные ленты, материалы, временно защищающие корешок разделки от припоя и других инородных частиц, поясную изоляцию. Корпус муфты прогревают и покрывают прошпарочным составом. Жилы кабеля вводят в корпус на 200 мм.

В крайние отверстия корпуса вставляют патрубки из трубы и надвигают их на жилы. Осторожно сгибая крайние жилы, их направляют в соответствующие отверстия корпуса и продвигают корпус так, чтобы средняя жила вышла из него на 280 мм. В соответствии с технологией, описанной в технической документации, собирают болты с шайбами и гайками контактных головок и крайние изоляторы на корпусе муфты. Наконечники жил кабеля присоединяют к контактным шинам головок изоляторов и закрепляют болтами.

Корпус муфты вторично прогревают пламенем горелки до 50—60 °С. Разогретым заливочным составом заполняют весь внутренний объем муфты через отверстие среднего изолятора, который после доливки устанавливают на место. Состав доливают через средний изолятор до его появления в головках крайних изоляторов. Колпачки припаивают к крайним головкам изоляторов. Затем средний изолятор доверху заполняют заливочным

составом. Муфту заземляют медным многопроволочным проводом. После остывания муфты до $50-60^{\circ}\text{C}$ ее вновь доверху доливают составом через средний изолятор.

После напайки колпачка на головку среднего изолятора муфту поднимают на место установки, предохраняя от возможных растягивающих усилий между ней и кабелем. При необходимости муфту поворачивают одновременно с кабелем.

Концевые мачтовые муфты наружной установки напряжением до 10 кВ. При переходе кабельных линий на воздушные на трехжильных кабелях с бумажной изоляцией напряжением до 10 кВ применяют концевые мачтовые муфты КМА с алюминиевым и КМЧ с чугунным корпусами (рис. 95, б).

В отличие от монтажа муфт КН после присоединения наконечников жил к контактными стержням (средняя жила на 8—12 мм короче крайних) заливку корпуса выполняют через заливочные отверстия в крышке. При заливке и доливке заливочный состав не должен достигать уровня заливочного отверстия и крышки на 30—40 мм. Наличие зазора служит компенсатором при изменении объема заливочного состава в зависимости от температуры окружающей среды.

Концевые эпоксидные муфты наружной установки напряжением до 10 кВ. Для оконцевания кабелей с бумажной изоляцией на напряжение до 10 кВ применяют муфты КНЭ (рис. 95, в). Муфта состоит из корпуса и трех эпоксидных проходных изоляторов для вывода жил кабеля. На месте монтажа муфту надевают на разделанный конец кабеля и заполняют эпоксидным компаундом, при этом достигается герметичность муфты, а также повышается ее электрическая и механическая прочность. Технология монтажа муфт описана в технической документации.

Концевые мачтовые муфты наружной установки напряжением до 1 кВ. Для присоединения кабелей к воздушным ЛЭП напряжением до 1 кВ применяют мачтовые муфты КМА, КМЧ и КМСт. Монтаж муфт выполняют в той же последовательности, что и мачтовых муфт напряжением до 10 кВ. Жилы кабеля разводят и выгибают так, чтобы они находились в одной плоскости. Угол наклона оси кабеля составляет 15° .

Для присоединения кабелей с бумажной изоляцией к открыто установленному электрооборудованию и воздушным ЛЭП напряжением до 1 кВ также применяют

эпоксидные концевые муфты КНЭ, которые состоят из отлитого на заводе-изготовителе корпуса и четырех эпоксидных проходных изоляторов. Четвертую (нулевую) жилу кабеля при монтаже укорачивают по месту так, чтобы обеспечить полную заливку трубчатой части наконечника в изоляторе для этой жилы.

При монтаже муфты компаунд заливают вначале до уровня изолятора четвертой жилы, после чего на изолятор надевают колпачок и закрепляют. Заливку продолжают так же, как в муфтах на напряжение 6—10 кВ.

Концевые эпоксидные заделки напряжением до 10 кВ внутренней установки. Концевые заделки КВЭ с корпусом из эпоксидного компаунда и трубками для герметизации жил в основном предназначены для оконцевания кабелей внутри помещений. В наружных установках заделки применяют при условии полной защиты их от атмосферных воздействий и солнечных лучей и устанавливают в любом положении. Область применения заделок в зависимости от условий окружающей среды определена в технической документации.

Концевые заделки КВЭ выпускают различных исполнений: КВЭтв — с термоусаживающими ПВХ трубками; КВЭн — с трубками из найритовой резины (рис. 96); КВЭк — с кремнийорганическими; КВЭт — трехслойными трубками (рис. 97), состоящими из среднего полиэтиленового слоя и внутреннего и наружного слоев из ПВХ.

Корпус заделки в несъемной пластмассовой форме с крышкой для всех исполнений заливают эпоксидным компаундом на месте монтажа. При отсутствии такой формы корпус заделки отливают в съемной форме из бумаги, покрытой полиэтиленовой пленкой, пластмассы или металла.

Технология монтажа концевых эпоксидных заделок различных исполнений имеет много одинаковых операций.

Рассмотрим более подробно монтаж концевых заделок КВЭтв. Разделку конца кабеля выполняют обычным способом (см. гл. VIII). При монтаже провода заземления его конец на участке длиной 100 мм в месте припайки к оболочке и броне расплетают так, чтобы он имел минимальную толщину. Провод заземления закрепляют и припаивают на ступенях оболочки и брони не более чем 35 мм от среза брони или шланга.

С учетом толщины припаиваемого провода заземления измеряют диаметр ступени брони кабеля. По этому

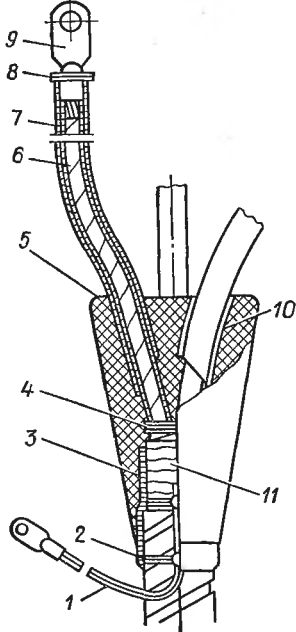


Рис. 96. Концевые эпоксидные заделки внутренней установки КВЭн и КВЭк с трубками из найритовой или кремнийорганической резины:

1 — провод заземления, 2, 4 — бандажи, 3 — подмотка, 5 — корпус, 6 — жила кабеля, 7 — трубка, 8 — хомут, 9 — наконечник, 10 — адгезионная прослойка из лака КО-916, 11 — оболочка

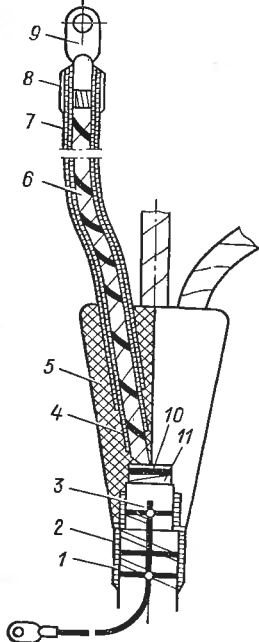


Рис. 97. Концевая эпоксидная заделка внутренней установки КВЭт:

1 — бандаж из проволоки, 2, 4 — подмотки из ПВХ ленты, 3 — провод заземления, 5 — корпус, 6 — изоляция жилы, 7 — трехслойная трубка, 8 — подмотка из хлопчатобумажной ленты с пропиткой эпоксидным компаундом, 9 — наконечник, 10 — бандаж из пряжи, 11 — поясная изоляция

размеру выбирают соответствующий диаметр горловины корпуса, отрезая его ступени меньших диаметров. Пластмассовую форму надевают на разделку кабеля и сдвигают вниз.

Во время монтажа оборачивают чистой бумагой или тканью жилы, внутреннюю поверхность пластмассовой формы, а жилы кабеля тщательно обезжиривают. Жилы подматывают липкой ПВХ лентой для предохранения бумажной изоляции от разворачивания лент при надевании трубок.

Крышку пластмассовой формы надевают на разведенные жилы и сдвигают ее вниз. Жилы оконцовывают, а их изоляцию восстанавливают лентой ЛЭТСАР ЛПМ.

Диаметр термоусаживаемых трубок выбирают в зависимости от сечения и конструкции жил, а длину так, чтобы верхний конец трубки перекрывал всю цилиндрическую часть наконечника, при этом нижняя часть трубки должна входить в эпоксидный корпус на расстояние не менее 50 мм.

Термоусаживаемые трубки надевают на цилиндрическую часть наконечника и усаживают равномерным обогревом пламенем газовой горелки, передвигая ее с середины усаживаемого участка сначала вверх, а потом вниз. После усаживания излишки сверху трубки удаляют ножом, а трубки уплотняют металлическими бандажами.

Поверхности ступеней разделки после обезжиривания покрывают лаком КО-916 и двумя слоями ленты ЛЭТСАР ЛПМ или ЛЭТСАР с 50 %-ным перекрытием. При отсутствии этих лент допускается подмотка из хлопчатобумажных лент с обмазкой каждого слоя эпоксидным компаундом. В этом случае лак КО-916 не применяют. Ниже концы термоусаживаемых трубок покрывают клеем ПЭД-Б.

Пластмассовую форму надвигают на ступень брони и укрепляют на месте ПВХ лентой. На форму надевают крышку и по заливочному лотку заполняют форму компаундом.

Ряд особенностей предусматривает технологический процесс монтажа концевых заделок КВЭн и КВЭк. Нижние концы найритовых трубок обрабатывают напильником, создавая шероховатую поверхность для надежной адгезии с эпоксидным компаундом. Перед заливкой компаунда зачищенные поверхности трубок тщательно обезжиривают.

Поверхности найритовых и кремнийорганических трубок, заливаемых компаундом, покрывают лаком КО-916.

Трубки надевают на жилы и временно сдвигают вниз (до оконцевания жил наконечниками). Затем трубки надвигают на трубчатую часть наконечника и уплотняют металлическими бандажами. Во избежание прореза трубок под эти бандажи предварительно подматывают один-два витка ПВХ ленты.

При монтаже концевых заделок КВЭт до надевания трубок на жилы с их концов срезают ПВХ и средний по-

лиэтиленовый слой. Оставшийся внутренний ПВХ слой трубок обрабатывают напильником и обработанную поверхность смазывают клеем ПЭД-Б. Тем же клеем покрывают наружный ПВХ слой в той части трубок, которая будет залита эпоксидным компаундом.

Монтаж эпоксидных заделок, находящихся на нижних концах кабелей, проложенных с разностью уровней более 5 м, выполняют, принимая меры против проникновения пропитывающего состава кабеля в еще неотвердевший компаунд. Состав так же, как при монтаже соединительных эпоксидных муфт, проникая под давлением внутрь компаунда, создает в нем раковины, свищи, снижающие электрическую прочность заделки.

Наиболее эффективными мерами против этих факторов являются подъем нижнего конца кабеля на время отверждения компаунда, монтаж заделки на нижнем или обоих концах кабеля до его прокладки (при заготовке кабеля на технологических линиях в мастерских) или применение метода локального замораживания (см. § 39).

В случае невозможности осуществления указанных мер монтаж заделок начинают с верхнего конца кабеля или с его предварительной герметизации. Корпус заделки на нижнем конце кабеля заполняют выдержанным компаундом, т. е. после введения отвердителя компаунд выдерживают до обнаружения начала полимеризации (едва заметного саморазогрева и начала загустения компаунда).

Концевые заделки внутренней установки со самосклеивающимися лентами для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной изоляцией. Наиболее распространенной концевой заделкой внутренней установки на кабелях напряжением до 10 кВ с бумажной изоляцией является КВсл (рис. 98, а).

Для этой заделки поставляют на объект заводской комплект материалов, необходимый для производства работ. Заделку применяют при разности уровней до 10 м, при других условиях следует применять КВЭ. Длину заделки принимают в зависимости от условий присоединения, но не менее 150 мм при напряжении 1 кВ, 250 мм — 6 кВ и 400 мм — 10 кВ. Разделку кабеля, крепление провода заземления и оконцевание жил выполняют способами, описанными выше.

Наружные поверхности оболочки, полупроводящей бумаги, поясную изоляцию жил и трубчатую часть наколечника тщательно протирают и обезжиривают. На

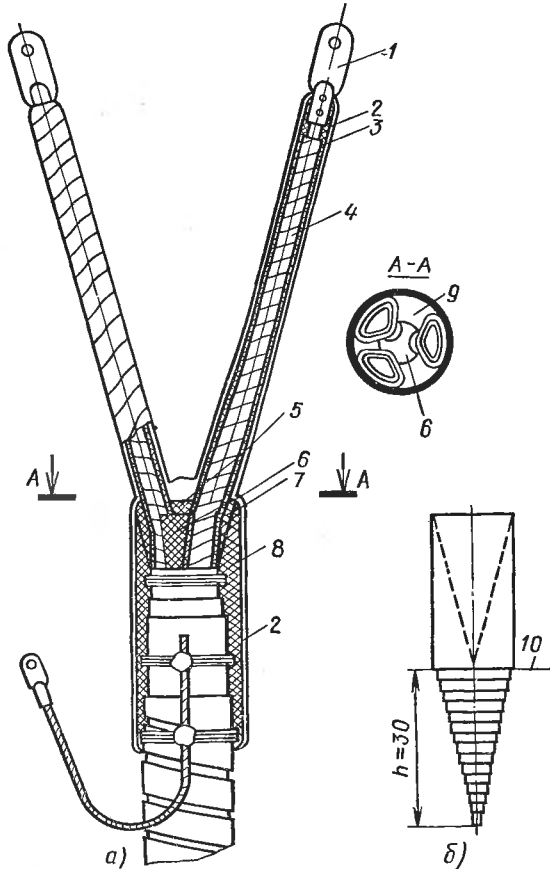


Рис. 98. Концевая заделка внутренней установки КВсл для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной изоляцией:

a — заделка, *б* — конусный уплотнительный вкладыш; 1 — наконечник, 2, 3 — подмотки из ПВХ ленты и ленты ЛЭТСАР или ЛЭТСАР ЛПТ, 4 — бумажная изоляция жилы, 5 — крестообразная уплотнительная подмотка, 6, 9 — центральный и боковой вкладыши, 7 — бандаж из ленты ЛЭТСАР, 8 — герметизирующая подмотка, 10 — линия среза при изготовлении вкладыша

трубчатую часть наконечника и на ступень оболочки наносят лак КО-916.

По жилам, начиная от ступени поясной изоляции до контактной части наконечника, выполняют подмотку ленты ЛЭТСАР в два слоя с 50 %-ным перекрытием предыдущего витка и вытягивают в процессе намотки таким образом, чтобы ее ширина составляла 60—70 % исходной ширины.

В процессе подмотки лентой заполняют зазоры между наконечником и изоляцией жил кабеля, а также уплотняют «корешок» разделки жил. Для этого ленты скручивают в четыре уплотнительных конуса: один — центральный, который устанавливают в «корешке» между тремя жилами и три — боковых — с внешней стороны разделки между каждой парой жил. Для четырехжильного кабеля изготавливают пять конусов. Высота конуса для всех размеров заделок равна 30 мм, а диаметр основания конусов выбирают по таблицам, указанным в технической документации. Изготовление конусов выполняют без натяжения лент с последующим срезанием внутреннего конуса, образующегося в процессе намотки (рис. 98, б).

Центральный конус возможно глубже вставляют в «корешок» разделанных жил. Затем жилы сжимают и на расстоянии 30 мм от торца поясной изоляции делают бандаж лентой ЛЭТСАР. После уплотнения «корешка» разделки выполняют бандажирующую подмотку, закрывая лентой ЛЭТСАР все пустоты в «корешке» разделки. Для этого обматывают каждую жилу с переходом на соседние. Поверх бандажирующей выполняют трехслойную подмотку на расстоянии 30 мм от торца поясной изоляции по ее ступеням и металлической оболочке с заходом 20 мм на наружные покровы кабеля. В процессе намотки ленту вытягивают таким образом, чтобы ее ширина составляла 60—70 % исходной.

Поверх подмоток лентой ЛЭТСАР на жилах, в «корешке» заделки и на ступенях металлической оболочки кабеля выполняют подмотку липкой ПВХ ленты в один слой с 50 %-ным перекрытием. При монтаже заделок КВсл применяют две самосклеивающиеся ленты ЛЭТСАР и ЛЭТСАР ЛПТ. Ленту ЛЭТСАР ЛПТ накладывают между лентами ЛЭТСАР и ПВХ.

Концевые заделки напряжением до 10 кВ внутренней установки в стальных воронках. Концевые заделки КВБ в стальных воронках, заливаемых битуминозной массой, допускается применять для оконцевания кабелей напряжением до 10 кВ внутри сухих помещений во всех климатических районах, за исключением субтропических и влажных. Эти заделки устанавливают только в вертикальном положении с направлением жил вверх. Заделки КВБ (рис. 99) состоят из воронки 5, изготавливаемой из кровельной стали толщиной 0,7—0,8 мм, крышки 4 с отверстиями, в которые устанавливают фарфоровые втулки

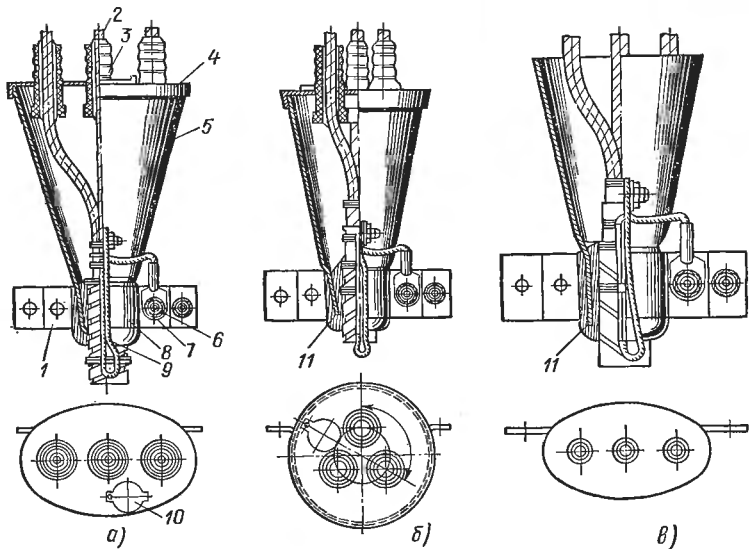


Рис. 99. Концевые заделки КВБ со стальной воронкой для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной изоляцией:

а — заделка КВБо с овальной воронкой, *б* — заделка КВБк с круглой воронкой, *в* — малогабаритная заделка КВБм до 1 кВ; 1, 8 — нижний и верхний полухомутики, 2 — жила кабеля, 3 — фарфоровые втулки, 4 — крышка, 5 — воронка, 6 — болт, 7 — гайка, 9 — провод заземления, 10 — крышка заливочного отверстия, 11 — смоляная лента

3 (при напряжении до 1 кВ крышки и втулки не устанавливают). Через отверстие 10 в крышке воронку заливают битуминозной массой. Жилы кабеля герметизируют подмоткой из изоляционных лент, покрытых лаком.

Заделки КВБ выпускают в различных исполнениях: КВБо — с воронками овальной формы и расположением жил в одной плоскости; КВБк — с воронками круглой формы и расположением жил на выходе из воронки по вершинам равностороннего треугольника; КВБм — с овальными малогабаритными воронками, не имеющими крышек и монтируемых без фарфоровых втулок. Монтаж заделок выполняют по технологии, приведенной в технической документации.

Концевые муфты наружной установки для кабелей напряжением до 35 кВ с пластмассовой изоляцией. Оконцевание кабелей с пластмассовой изоляцией выполняют эластомерными муфтами ПКНР и ПКНРО. Муфты соби-

рают на месте монтажа из деталей, изготовленных из резиновых (эластомерных) изоляционной и полупроводящей смесей. Концевые муфты ПКНР напряжением 1—6 кВ выполнены аналогично заделкам ПКВЭ. Дополнительными конструктивными элементами являются термоусаживаемые трубки и эластомерные изоляторы. Технология монтажа муфт приведена в технической документации.

Концевые заделки внутренней установки на кабелях напряжением до 10 кВ с пластмассовой изоляцией. Для оконцевания силовых кабелей сечением жил до 240 мм² в сухих помещениях применяют концевые заделки ПКВ, в сырых помещениях и субтропических районах — ПКВЭ.

При заделке с пластмассовой изоляцией ПКВ на кабелях напряжением 6 кВ выполняют заземление металлического экрана (рис. 100). В заделке кабеля напряжением 10 кВ на каждой жиле выполняют конусную подмотку из липкой пластмассовой ленты, поверх которой наклады-

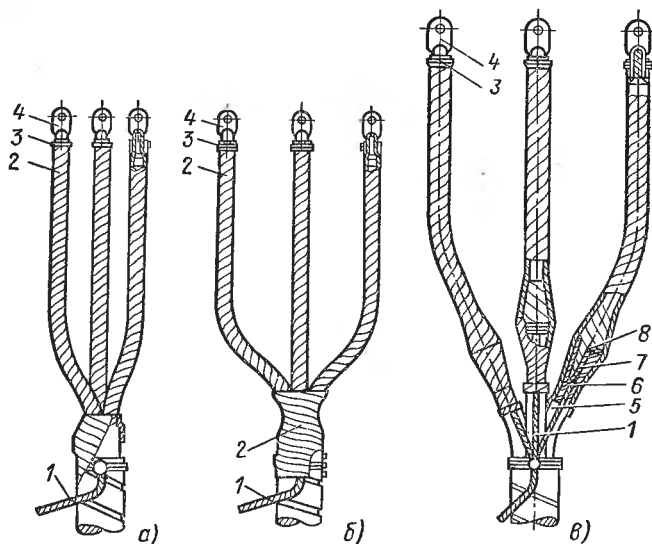


Рис. 100. Концевая заделка внутренней установки ПКВ для кабелей напряжением до 10 кВ с пластмассовой изоляцией:

а, б, в — на напряжение до 1, 6 и 10 кВ; 1 — провод заземления, 2 — подмотка из липкой ПВХ или самосклеивающейся ленты или ПВХ трубки, 3 — бандаж из суровых ниток, 4 — кабельный наконечник, 5 — ПВХ шланг (оболочка), 6 — конусная подмотка, 7 — металлический экран, 8 — экран из полупроводящего материала

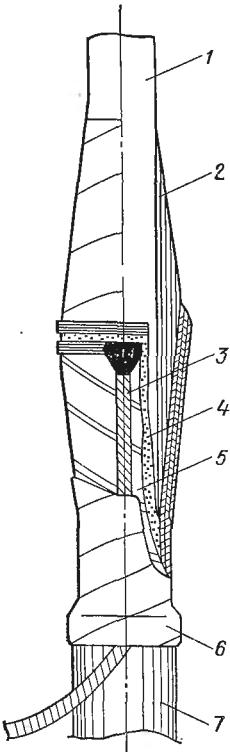


Рис. 101. Конусная подмотка для кабелей напряжением 10 кВ с пластмассовой изоляцией:

1 — изоляция жилы, 2 — конусная подмотка, 3 — провод заземления, 4 — экран из полупроводящего материала, 5 — металлический экран, 6 — подмотка поверх экрана, 7 — шланг

вают полупроводящий экран и металлический экран с припаянным к нему проводом заземления (рис. 101).

Для заделок ПКВЭ (рис. 102) применяют корпус, отлитый из эпоксидного компаунда, а место соединения жилы кабеля с наконечником герметизируют от проникновения влаги в кабель.

Перед началом разделки конец кабеля распрямляют на длине $A + 0,5$ м. Размер A (длина разделяемого конца кабеля), принимаемый в зависимости от условий присоединения жил к электроприемникам, должен быть таким, чтобы расстояние от заземленных частей заделки (бронеленты и экраны) до кабельного наконечника было не менее 250 мм при напряжении 6 кВ и 400 мм — при 10 кВ. Для кабелей с сечением жил до 10 мм^2 размер A увеличивают на длину, необходимую для изгибания концов жил в кольцо.

Конец кабеля разделяют по технологии, описанной в гл. VIII, при этом размер Γ (см. рис. 75) равен длине трубчатой части наконечника плюс 15 мм. Жилы кабеля изгибают с учетом допустимого радиуса изгиба.

Для защиты полиэтиленовой изоляции жилы от светового старения на нее до оконцевания надевают трубку из ПВХ пластиката. Внутренний диаметр трубки должен быть на 1—2 мм больше диаметра изоляции жилы. Эту операцию мож-

но выполнить и двухслойной подмоткой липкой ПВХ лентой. Конец подмотки у наконечника закрепляют бандажом из ниток. Поливинилхлоридную изоляцию жил кабеля дополнительно не защищают, так как она достаточно стойка к световому старению. При монтаже заделок ПКВ на напряжение 6 кВ ленты металлического и полупроводящего экранов сматывают и на расстоянии

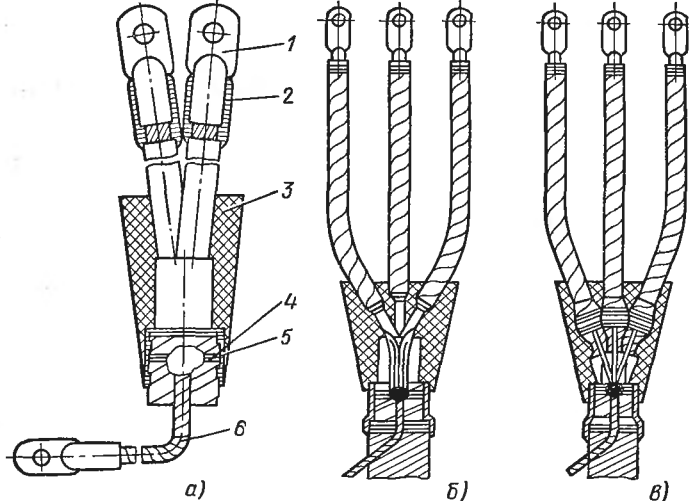


Рис. 102. Концевая заделка ПКВЭ внутренней установки при монтаже в сырых помещениях для кабелей напряжением до 10 кВ с пластмассовой изоляцией:

а, б, в — на напряжение 1—3, 6 и 10 кВ; 1 — наконечник, 2, 5 — подмотка из самосклеивающейся или хлопчатобумажной ленты, 3 — корпус муфты, 4 — бандаж, 6 — провод заземления

25 мм от места среза шланга отгибают вниз. На расстоянии 40 мм от среза шланга накладывают бандаж и сматывают ленты полупроводящего экрана. По всей длине жилы бензином или ацетоном смывают графитовый слой (аквадаг).

Отогнутые ленты металлического экрана обрезают на расстоянии 50—60 мм от линии перегиба и облуживают с верхней стороны оловянистым припоем медные ленты и припоем А — алюминиевые. Провод заземления припаивают паяльником. На участки жил, на которых оставлены ступени экранов, накладывают подмотку из ПВХ ленты.

При монтаже заделок ПКВ на напряжение 10 кВ ленты металлического и полупроводящего экранов сматывают до места среза шланга, но не срезают, а оставляют для последующего монтажа. Так же, как на жилах кабеля на напряжение 6 кВ, снимают аквадаг.

По ПВХ изоляции жил, начиная от точки, отстоящей на 30 мм от среза шланга, накладывают конусную подмотку из липкой ПВХ ленты (по полиэтиленовой изоля-

ции — подмотку из липкой полиэтиленовой ленты). Ленты полупроводящего экрана, ранее смотанные с жил, наматывают на конусную подмотку с 30—50%-ным перекрытием, на ее вершине эти ленты закрепляют бандажом, а их излишек отрезают.

Ленты общего металлического экрана, ранее смотанные с жил, примеряют и обрезают так, чтобы после их намотки на конус они не доходили до места среза полупроводящего экрана на 5 мм. Концы лент металлического экрана временно отводят и облуживают. К облуженным местам лент паяльником припаивают провод заземления. Металлические ленты вновь наматывают на конусную подмотку и закрепляют проволочным бандажом на расстоянии 5 мм от среза полупроводящего экрана. Складки на поверхности металлического экрана приглаживают деревянным молотком.

При монтаже эпоксидной концевой заделки ПКВЭ внутренней установки для кабелей с пластмассовой изоляцией все зачищенные участки ПВХ изоляции для адгезии с эпоксидным компаундом покрывают клеем ПЭД-Б. Такой же обработке подвергают изоляцию ПВХ трубок, одеваемых на полиэтиленовую изоляцию жил.

На участке брони длиной 50 мм накладывают подмотку из двух слоев хлопчатобумажной ленты с промазкой каждого слоя компаундом. Такую же подмотку накладывают на трубчатую часть наконечника и участок неизолированной жилы. Съёмную форму для заливки изготавливают из полиэтиленовой пленки и других материалов, не имеющих адгезии к эпоксидному компаунду.

При монтаже заделки ПКВЭ на кабеле напряжением 6 кВ (до надевания съёмной формы) заземляют отогнутые ленты экранов. На жилы кабеля с полиэтиленовой изоляцией надевают ПВХ трубки (до места среза лент полупроводящего экрана).

При монтаже заделки ПКВЭ на кабеле напряжением 10 кВ (до надевания съёмной формы) на каждой жиле выполняют конусную подмотку. Трубки из ПВХ пластика надевают на полиэтиленовую изоляцию жилы до верха конусной подмотки.

После установки съёмной формы проверяют геометрические размеры, в том числе расстояние жил от стенки формы (не менее 5 мм), и заливают форму компаундом. После отверждения эпоксидного компаунда через 20—24 ч форму снимают и заделку покрывают в два слоя эмалью ГФ-92ХС или ЭП-51.

Заделки ПВХ напряжением до 1 кВ (см. рис. 100, а) представляют собой разделанный конец кабеля, оконцованный наконечником. Место разводки жил изолируют двумя-тремя слоями липкой ПВХ ленты. Полиэтиленовую изоляцию жил от светового старения защищают так же, как изоляцию для заделок на напряжение кабеля 6 кВ.

При разделке необходимо, чтобы расстояние от заземленных частей (бронеленты и экраны) до кабельного наконечника было не менее 150 мм. Для кабелей с сечением жил до 10 мм² это расстояние увеличивают на размер, необходимый для изгибания кольца под контактный зажим.

Концевые муфты для кабелей напряжением 20–35 кВ с бумажной изоляцией. Концевые однофазные латунные муфты наружной установки КНО-20 и КНО-35, эпоксидные КНЭО-35 предназначены для оконцевания кабелей с бумажной изоляцией и кабелей с отдельными металлическими оболочками на каждой жиле в сетях с незаземленной нейтралью.

Латунные муфты КНО применяют также для оконцевания кабелей во внутренних установках. При наличии компенсатора марку муфты обозначают КНОк. Муфты с компенсаторами применяют для оконцевания кабелей в районах с жарким климатом, а также внутри отапливаемых помещений.

Вместо эпоксидных муфт КНЭО-35 во внутренних установках применяют муфты КВЭО-35.

Конструкция муфты КНОк-35 (рис. 103) состоит из латунного конуса 2 с опорной плитой 13, на которой устанавливают изолятор 10, герметично армированный верхним 4 и нижним 3 фланцами. В качестве уплотнений между фланцами и торцами изолятора прокладывают маслостойкую резину. 9. На верхнем фланце изолятора расположен контактный фланец 5 с вводным медным колпаком 8. Для компенсации температурных объемных изменений жилы к фланцу колпака приварен медный гибкий провод 7. Другим концом провод соединен с медной луженой гильзой 6, в которую впаивают или впрессовывают жилу кабеля. На бумажную изоляцию жилы наложена подмотка из рулона 11, на нижнем конусе которого расположен экран 12 из медного луженого канатика. Конус муфты с манжетой 1 припаивают к металлической оболочке кабеля. Внутреннюю полость муфты заливают канифольной массой, которую сливают через штуцер 14.

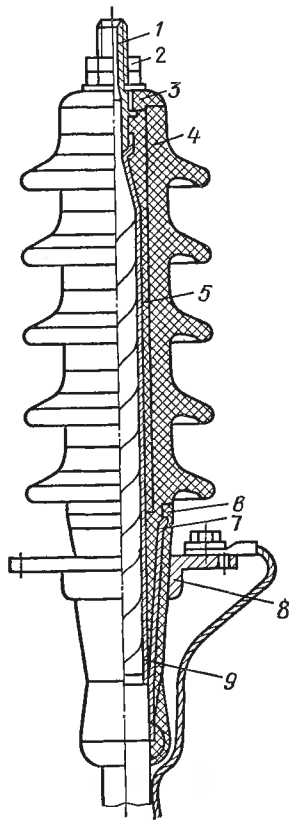
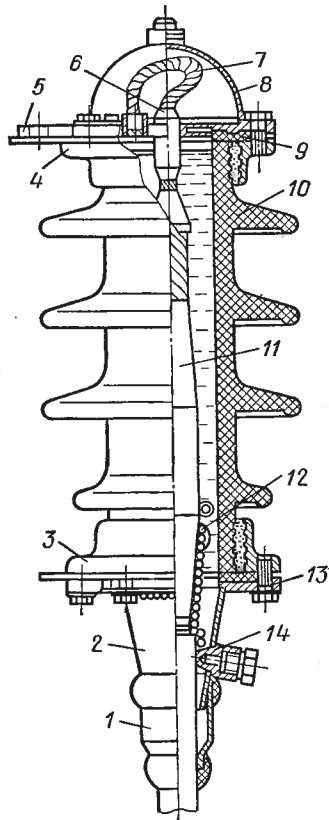


Рис. 103. Концевая муфта наружной установки КНОк-35 для кабелей напряжением до 35 кВ с бумажной изоляцией и отдельными металлическими оболочками на жилах:

1—свинцовая манжета, 2—конус, 3, 4—нижний и верхний фланцы, 5—контактный фланец, 6—гильза, 7—компенсатор—медный гибкий провод, 8—медный колпак, 9—прокладка, 10—изолятор, 11—подмотка рулоном, 12—экран, 13—опорная плита, 14—штуцер для слива массы

Рис. 104. Концевая эпоксидная муфта наружной установки КНЭО-35 для кабелей напряжением до 35 кВ с бумажной изоляцией и отдельными оболочками на жилах:

1—наконечник, 2—гайка, 3—эпоксидная крышка, 4—эпоксидный изолятор, 5—заливка эпоксидным компаундом, 6—эпоксидный конус, 7—экран конуса, 8—фланец, 9—подмотка из стеклотенты с эпоксидным компаундом

Концевая муфта КНЭО-35 (рис. 104) состоит из изолятора 4, отлитого из эпоксидного компаунда центробежным литьем в съемной форме, корпуса 6, отлитого вместе с внутренним алюминиевым или свинцовым экра-

ном 7, эпоксидной крышки 3 и наконечника 1, закрепляемого гайкой 2. В нижней части муфты имеется металлический фланец 8 для крепления корпуса муфты на опорной конструкции. На бумажную изоляцию жилы накладывают подмотку 9 из двух слоев стеклоленты с 50 %-ным перекрытием и промазкой каждого витка эпоксидным компаундом. Внутри корпус муфты заливают эпоксидным компаундом 5.

Конструкция концевой муфты внутренней установки КВЭО-35 аналогична конструкции муфты КНЭО-35 и отличается лишь размерами.

В книге приведены только наиболее часто применяемые концевые муфты и заделки напряжением 1 — 35 кВ, характерные для отдельных групп кабельной арматуры. Более полные сведения о других концевых муфтах и заделках (концевых заделках внутренней установки, концевых муфтах для электрофильтров и т. д.) приведены в технической документации.

Контрольные вопросы

1. Приведите классификацию кабельных муфт и заделок.
2. Какие подготовительные работы выполняют перед монтажом соединительной свинцовой муфты СС?
3. Какие дополнительные меры принимают при заливке эпоксидных компаундов в муфты при температуре окружающей среды ниже 10 и выше 25 °С?
4. В чем заключаются особенности монтажа эпоксидных концевых заделок при разности уровней более 5 м?
5. Как выполняют уплотнение концевой заделки самосклеивающимися лентами КВсл для кабелей с бумажной изоляцией?

Глава X. ОКОНЦЕВАНИЕ, СОЕДИНЕНИЕ И ОТВЕТВЛЕНИЕ ЖИЛ КАБЕЛЕЙ И СОЕДИНЕНИЕ ИХ С ВЫВОДАМИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

§ 41. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Для присоединения жил кабелей к электротехническим устройствам их оконцовывают наконечниками, которые закрепляют на жилах опрессовкой, сваркой или пайкой. На кабелях с однопроволочными алюминиевыми жилами можно выпрессовывать наконечники из жилы кабеля. Медные многопроволочные жилы сечением

1—2,5 мм² оконцовывают кольцевыми наконечниками (пестонами), а однопроволочные сечением 4—10 мм² изгибают в кольцо.

Соединение жил кабелей в муфтах выполняют в соединительных и ответвительных гильзах опрессовкой, сваркой или пайкой. Все перечисленные способы имеют свои преимущества и недостатки.

Опрессовка не требует электрической энергии и нагрева; этот способ выгоднее других. Однако при этом способе необходимо следить за правильностью подбора наконечников, соединительных гильз и инструмента.

Соединение пайкой не нуждается в сложном оборудовании, приспособлениях и электрической энергии, но этот способ наиболее трудоемок.

Газовая сварка не требует электрической энергии, но нуждается в громоздком оборудовании и соблюдении особых правил техники безопасности при работе с газом. Сварка алюминиевых жил контактным разогревом обеспечивает однородный и стабильный контакт без применения припоя и достаточную механическую прочность. Этот способ характеризуется простой технологией, но применяется с использованием электрической энергии.

Термитная сварка не требует громоздкого оборудования, электрической энергии и технологически несложна. При термитной сварке необходимо соблюдать правила хранения патронов и спичек. Области применения способов оконцевания и соединения жил кабелей определяются в зависимости от материала жилы (алюминий, медь), напряжения кабеля и надежности того или иного способа (табл. 13). Наконечники и гильзы, применяемые для оконцевания и соединения жил проводов и кабелей, приведены на рис. 105.

При выполнении оконцеваний, соединений и присоединений жил кабелей следует учитывать физико-механические особенности алюминия, из которого в основном изготавливают жилы кабелей. Алюминий в воздухе окисляется и на его поверхности появляется пленка оксида.

У меди в обычных условиях пленка оксида образуется медленно, она легко удаляется и мало влияет на качество контактного соединения. На алюминии пленка оксида образуется быстро, обладает большой твердостью и значительным электрическим сопротивлением. Пленка оксида алюминия тугоплавка и затрудняет пайку и сварку (температура плавления пленки 2000 °С). По сравнению с медью алюминий обладает низким пределом текучести.

Т а б л и ц а 13. Области применения способов оконцевания и соединения изолированных жил проводов и кабелей

Способ	Диапазон сечений, мм ²	Напряже-ние прово-да до 2 кВ	Напряжение кабеля, кВ	
			до 1	до 10
Оконцевание медных жил: опрессовкой с применением медных наконечников пайкой с применением наконечников П	2—240	Следует применять		
	1,5—300			
пайкой многопроволочной жилы с образованием монолита (при втычном соединении)	16—240	Следует применять	Допускается	—
Соединение медных жил: опрессовкой с применением гильз	4—240	Следует применять		
	пайкой с применением гильз			
Оконцевание алюминиевых жил: опрессовкой с применением алюминиевых и медно-алюминиевых наконечников пайкой с применением наконечников П	16—240	Следует применять		
	16—240			
	штамповкой конца однопроволочной жилы в форму наконечника пиротехническим инструментом	16—240	Рекомендуется	
Соединение алюминиевых жил: опрессовкой с применением алюминиевых гильз	16—240	Следует применять	Рекомендуется	Допускается
	термитной сваркой встык пайкой поливом	16—300 16—240	Следует применять	

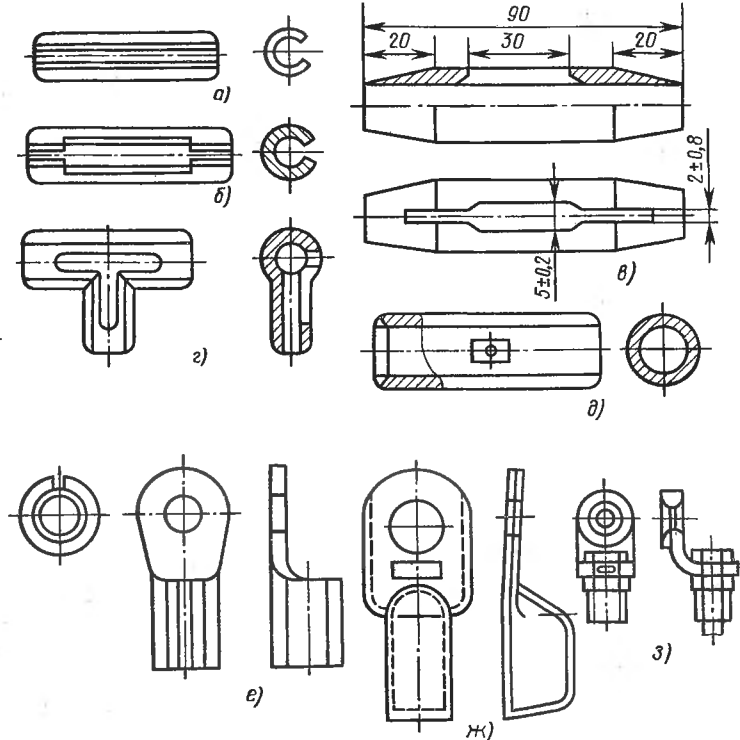


Рис. 105. Гильзы и наконечники для пайки, опрессовки и сварки жил проводов и кабелей:

а, б — гильзы для пайки жил сечением до 10 и 16–240 мм², в — гильза для пайки жил кабеля напряжением 20–35 кВ, г — ответвительная гильза для пайки, д — гильза для опрессовки, е — ж — наконечники для пайки, опрессовки и сварки

Алюминиевые контактные соединения после затяжки со временем ослабевают. Необходимо также учитывать, что алюминий обладает большой теплоемкостью, требующей значительного количества теплоты при сплавлении алюминиевых жил. Сочетание теплоемкости с большой теплопроводностью создает опасность чрезмерного перегрева изоляции алюминиевых жил при сварке или пайке, а образование в соединениях алюминия с медью или сталью гальванической пары разрушает контакт этих соединений.

В основу способа опрессовки с применением гильз и наконечников положен принцип деформации материала (местное вдавливание) контактной пары жила—наконечник (гильза) с образованием зон контактирования между ними.

Для получения качественного контактного соединения перед опрессовкой необходимо с алюминиевой жилы удалить оксидную пленку и нанести на зачищенную поверхность слой кварцевазелиновой пасты, служащий для разрушения оксида в процессе опрессовки. Внутреннюю трубчатую поверхность стандартных алюминиевых гильз и наконечников заполняют кварцевазелиновой пастой на заводе-изготовителе. Для опрессовки медных жил необходимо предварительно зачистить жилы и внутренние поверхности гильзы или хвостовика наконечника. Для выполнения опрессовки применяют ручные пресс-клещи ПК-1М, ПК-3М, механические и гидравлические прессы РМП-7М, ПГР-20М1, гидравлические прессы с электроприводом ПГЭП-2М, ПГЭ-20.

В механизмы устанавливают инструменты, сменные матрицы и пуансоны, которые выбирают в зависимости от материала и сечения жил. Пуансоном выполняют вдавливание, при котором матрица служит ложем для наконечников и гильз.

Основные инструменты для опрессовки алюминиевых жил НИСО и медных НИОМ приведены на рис. 106. Так как внутренние части хвостовика гильзы и наконечника имеют круглую форму, алюминиевую секторную однопроволочную и комбинированную жилы необходимо перед опрессовкой скруглить. Для скругления жил применяют инструменты ИСК (с прессом РМП-7М) и НИСО. Для формирования наконечника из однопроволочных жил применяют пороховые прессы с наборами сменных комплектов матриц и пуансо-

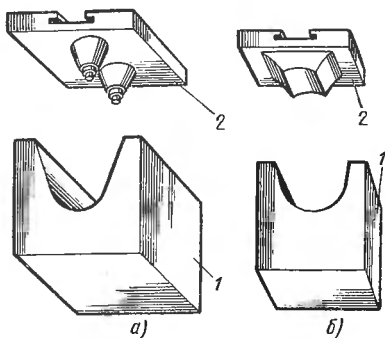


Рис. 106. Инструменты для опрессовки алюминиевых жил НИСО (а) и медных НИОМ (б):

1 — матрица, 2 — пуансон

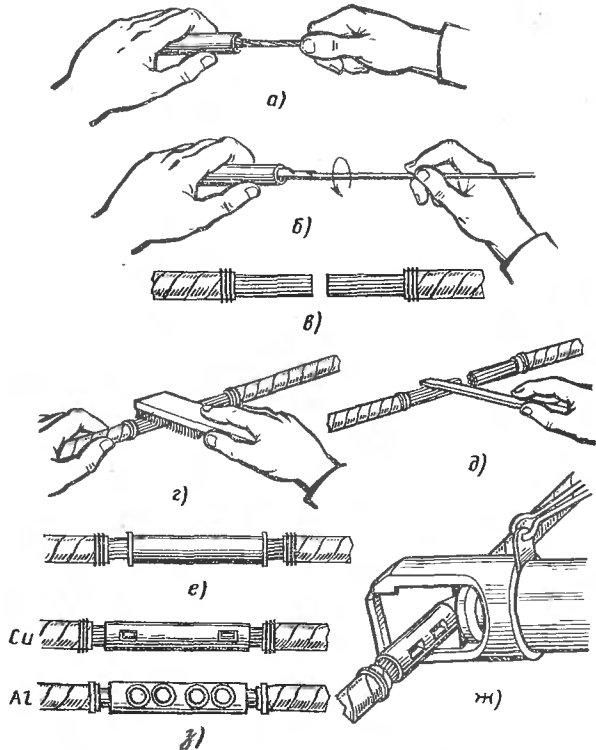


Рис. 107. Соединение алюминиевых жил опрессовкой:

а, б — зачистка и смазка внутренней поверхности гильзы кварцевазелиновой пастой, в — концы жил со снятой изоляцией, г, д — зачистка и смазка жил кварцевазелиновой пастой, е — соединение, подготовленное к опрессовке, ж — опрессовка гильзы, з — опрессованное соединение

нов. Наконечники и гильзы для опрессовки на алюминиевых и медных жилах выбирают в соответствии с табл. 14 и 15.

Алюминиевые наконечники и гильзы, не имеющие заводской кварцевазелиновой смазки, должны быть зачищены и смазаны перед опрессовкой. Соединение жил опрессовкой приведено на рис. 107, аналогично выполняют оконцевание жил. При опрессовке на медных наконечниках выполняют одну лунку, на алюминиевых — две.

Длина снимаемой заводской изоляции с жилы нормируется и приводится в инструкции. Жилы должны быть размещены в гильзе таким образом, чтобы торцы их

Таблица 14. Наконечники и гильзы для опрессовки на алюминиевых жилах

Сечение жилы, мм ²	Обозначение (типоразмер)		
	алюминиевого или медно-алюминиевого наконечника	штифтового медно- алюминиевого наконечника	алюминиевой гильзы
16	16- 6-5,4*	ШП- 5-10**	16- 5,3***
25	25- 8-7,0	ШП- 7-15	25- 7,1
35	35- 8-8	ШП- 8-15	35- 8
50	50-10-9	ШП- 9-15	50- 9
70	70-10-11	ШП-11-15	70- 11
	70-10-12	ШП-12-15	70- 12
95	95-12-13	ШП-13-15	95-13
120	120-12-14	ШП-14-15	120-14
	120-16-14		
150	150-12-16	ШП-16-15	150-16
	150-16-16		
	150-12-17	ШП-17-15	150-17
	150-16-17		
185	185-16-18	ШП-18-15	185-18
	185-20-18		
	185-16-19	ШП-19-15	185-19
	185-20-19		
240	240-20-20	ШП-20-15	240-20
	240-20-22		
300	300-20-24	—	300-24

* 16-6-5,4 расшифровывается так: наконечник для жилы сечением 16 мм², отверстие зажимной части рассчитано на подключение к контактному стержню диаметром 6 мм, внутренний диаметр хвостовика 5,4 мм.

** ШП-5-10 расшифровывается так: штифтовой переходный наконечник с внутренним диаметром хвостовика 5 мм и наружным диаметром зажимной части 10 мм.

*** 16-5,3 расшифровывается так: гильза для жилы сечением 16 мм², внутренний диаметр гильзы 5,3 мм.

упирались друг в друга в середине гильзы, а в наконечнике — в конце.

Опрессовку производят до полного соприкосновения пуансона с матрицей. Остаточная толщина в месте опрессовки нормируется и является показателем качества выполненного соединения или оконцевания. Кроме того,

Таблица 15. Наконечники и гильзы для опрессовки яа медных жилах

Сечение жилы, мм ²	Обозначение (типоразмер)		Сечение жилы, мм ²	Обозначение (типоразмер)	
	медного наконечника	медной гильзы		медного наконечника	медной гильзы
16	16- 6- 6 16- 8- 6	16- 6	95	95-10-15 95-12-15	95-15
25	25- 6- 8 25- 8- 8 25-10- 8	25- 8	120	120-12-17 120-16-17	120-17
35	35- 8-10 35-10-10 35-12-10	35-10	150	150-12-19 150-16-19	150-19
			185	185-12-21 185-16-21	185-21
50	50- 8-11 50-10-11 50-12-11	50-11	240	240-16-24 240-20-24	240-24
70	70-10-13 70-12-13	70-13	300	300-16-27 300-20-27	300-27

Примечание. Обозначение медных наконечников и гильз расшифровывается аналогично алюминиевым (см. табл. 14).

необходимо соблюдать соосность лунок от вдавливания пуансонов к оси наконечника или гильзы; лунки должны располагаться симметрично середине гильзы или трубчатой части наконечника.

§ 43. СВАРКА ЖИЛ

Для соединения и оконцевания алюминиевых жил проводов и кабелей в основном применяют сварку: газовую, термитную, электросварку контактным разогревом или дуговую.

Газовая сварка основана на выделении теплоты при сгорании горючих газов в смеси с кислородом, термитная — на выделении теплоты при сгорании термитных патронов, электросварка контактным разогревом — на использовании теплоты, выделяющейся в месте контакта одного угольного электрода с торцом расплавленной жилы или двух угольных электродов между собой.

При соединении и оконцевании жил сечением 16—800 мм² для защиты изоляции от перегрева применяют специальные охладители жил, отводящие основную часть

теплоты. Охладители, используемые при электросварке, выполняют также функцию контактных зажимов, подводящих сварочный ток к жилам.

При газовой и термитной сварке осуществляют защиту изоляции от непосредственного действия пламени.

При всех способах сварки для удаления пленки оксида алюминия с поверхности свариваемых жил, а также для защиты алюминия от окисления в процессе сварки применяют флюс. Наибольшее распространение в электро-монтажной практике получил флюс ВАМИ, который выпускают в виде порошка и хранят в герметически закрытых банках. Флюс употребляют в виде пасты консистенции густой сметаны. Для этого 100 мас. ч. порошкообразного флюса тщательно перемешивают с 30—40 мас. ч. воды. Флюс непосредственно перед сваркой наносят тонким слоем на свариваемые жилы и присадочные прутки волосяной кисточкой. Избыточное количество флюса увеличивает опасность коррозии.

Соединение жил сечением 16—240 мм² пропан-кислородной сваркой производят набором НСПУ и сварочных форм. В наборе имеются баллоны для пропана и кислорода, горелки, редукторы с манометрами, шланги, охладители и др. Кроме того, для сварки необходимы присадочный металл, асбестовый шнур для уплотнения сварочных форм, асбестовый картон для защиты охладителей и изоляции от пламени горелки и др.

После нагрева формы до красного цвета в ее литниковое отверстие вводят присадку, которая, расплавляясь, заполняет литник. Во время сварки необходимо перемешивать расплав алюминия мешалкой.

После остывания сварочные полуформы снимают, клещами ПК-1М откусывают литниковую прибьль, удаляют острые края и неровности и закругляют кромки цилиндрической части сварного соединения.

Соединение жил сечением 16—240 мм² термитной сваркой производят с помощью набора НСПУ. Кроме того, для сварки необходимы термитные патроны ПА и спички для поджигания патронов, присадочный металл, асбестовый шнур для выполнения уплотнений, асбестовый картон для защиты охладителей и изоляции от нагрева и искр, электродный мел для покрытия внутренних поверхностей кокилей термитных патронов и др.

До начала сварки в зависимости от сечения свариваемых жил подбирают термитные патроны, снимают на необходимую длину изоляцию с жил и покрывают их

флюсом. На концы жил насаживают алюминиевые колпачки, которые входят в комплект термитных патронов и предназначены для изоляции поверхности жил от непосредственного соприкосновения с кокилем, нагревающимся до 1000°C . Далее покрывают внутреннюю поверхность кокиля мелом, устанавливают охладители, экраны и выполняют уплотнения. После сварки удаляют литниковую прибыль и закругляют кромки монолитной цилиндрической части сварного соединения.

Оконцевание жил сечением $16-240\text{ мм}^2$ производят аргонно-дуговой сваркой с помощью полуавтомата ПРМ с источником питания постоянного тока и приставкой для регулирования цикла сварки. Для полуавтоматической сварки необходимы сварочная проволока, газообразный аргон, наконечники ШАС и др. Обратный сварочный провод (минус) источника питания присоединяют к контактной лапке охладителя.

После надевания наконечника на жилу и закрепления его в охладителе устанавливают горелку полуавтомата таким образом, чтобы сопло находилось под закрепленной жилой кабеля. Сварку производят после нажатия на пусковую кнопку, которая находится на рукоятке сварочной горелки. При правильно выбранном режиме сварки зачистка жил не требуется.

Приварку наконечника можно также производить без регулятора цикла сварки. В этом случае выполняют аргонно-дуговую сварку вольфрамовым электродом.

Соединение и ответвление многопроволочных алюминиевых жил суммарным сечением до 240 мм^2 оплавлением в монолитный стержень производят электросваркой контактным разогревом с помощью сварочного трансформатора мощностью $1-2\text{ кВт}\cdot\text{А}$ со вторичным напряжением $8-9\text{ В}$. Кроме того, для выполнения сварки необходимы: электрододержатели и электроды из графитированного угля, охладители, опорная стойка, формы, инструмент и др. По суммарному сечению соединяемых жил подбирают форму, при этом ее выбирают для ближайшего большего сечения. После установки охладителя и подключения его к сварочному трансформатору производят сварку.

Контроль качества сварных соединений, окончаний и ответвлений жил производят внешним осмотром, после удаления со шва (наплавки) шлака, брызг металла и остатков флюса. Поверхность сварных соединений не должна иметь трещин, прожогов, непроваров и надразов.

Пайкой расплавленным припоем осуществляют соединение жил между собой, между жилой и наконечником. Соединение образуется за счет смачивания паяемого металла припоем и последующей его кристаллизации.

Инструмент, необходимый для пайки жил, зависит в основном от принятой технологии пайки. При соединении и ответвлении жил непосредственным сплавлением припоя в форме или медной гильзе применяют пропан-воздушные горелки ГПВМ-0,1, ГПВМ-0,5, пропан-кислородные или ацетилен-кислородные горелки, или паяльные лампы. Для пайки жил в формах или медных гильзах поливом применяют тигель, разливочную ложку, лоток для сбора остатков припоя и термометр для замера его температуры.

Пайку припоем А осуществляют с предварительным облуживанием жил и последующим наплавлением палочки припоя непосредственно в форму или наконечник. При облуживании со ступенчатой поверхности удаляется оксидная пленка. Пайку припоями ЦО-12 и ЦА-15 выполняют без предварительного облуживания с поливом расплавленного припоя в форму и одновременным механическим удалением с торцов жил оксидной пленки.

Соединение, ответвление и окончевание алюминиевых жил непосредственным сплавлением припоя выполняют в определенной последовательности. Сначала с концов алюминиевых жил удаляют изоляцию и пропиточный состав, скругляют секторные жилы и разделяют многопроволочные жилы ступенями по повивам (рис. 108, а—в). Далее пламенем горелки прогревают разделанные концы до температуры, близкой к температуре оловянистых припоев, а затем, удаляя оксидную пленку, облуживают.

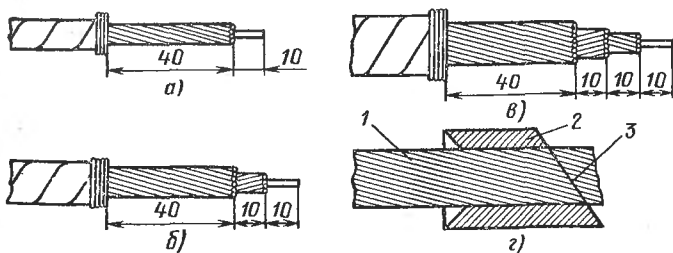


Рис. 108. Ступенчатая разделка жил под пайку:

а — сечением 16—35 мм², б — сечением 50—95 мм², в — сечением 120—240 мм², г — под углом 55°; 1 — жила, 2 — шаблон, 3 — линия среза жил

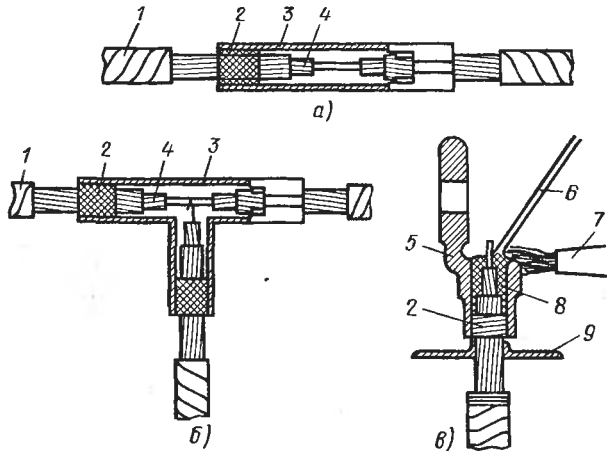


Рис. 109. Соединение (а), ответвление (б) и окончание (в) жил пайкой: 1 — изоляция, 2 — асбестовая подмотка, 3 — форма, 4 — разделанная жила, 5 — наконечник, 6 — палочка припоя, 7 — горелка, 8 — расплавленный припой, 9 — защитный экран

живают ступенчатые повивы. При соединении и ответвлении облуженные концы жил укладывают в металлические формы, а при окончении — в предварительно облуженные наконечники, которые выбирают на одну ступень выше, чем жила (рис. 109). Уплотнения выполняют асбестовым шнуром, препятствующим вытеканию припоя. Пайку производят припоем А. После остывания места пайки снимают форму и спиливают неровности припоя.

Соединение алюминиевых жил кабеля поливом выполняют также в определенной последовательности. На зачищенные и скругленные жилы надевают стальные шаблоны, с помощью которых обрезают их концы под углом 55° (см. рис. 108, г). На соединяемые жилы надевают стальные разъемные формы и стягивают обе половины бандажной проволокой. Щели между формой и жилой заделывают замазкой с подмоткой шнуровым асбестом. Тигель с расплавленным припоем и лоток устанавливают под местом спая (рис. 110, а) и льют припой в отверстие формы. Скребок из ножовочных полотен удаляют оксидную пленку со скошенных поверхностей под слоем припоя (рис. 110, б). Одновременно доливают припой по мере его усадки и снимают подтеки

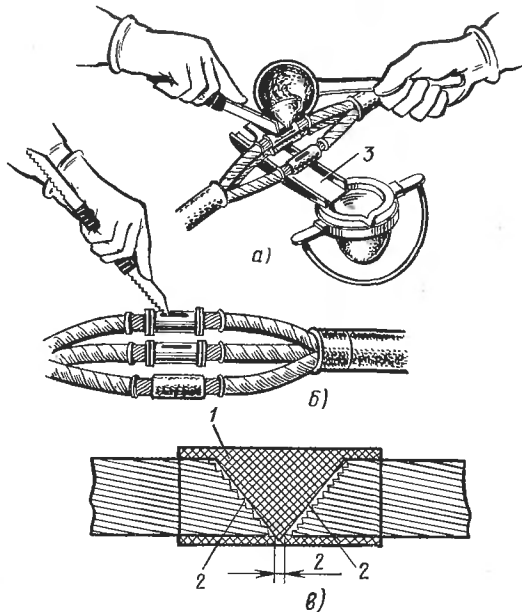


Рис. 110. Пайка алюминиевых жил кабеля поливом (а), зачистка концов (б) и готовое соединение (в):
1 — припой, 2 — место спая, 3 — лоток

припоя с боков формы. После снятия форм (рис. 110, в) с места пайки удаляют заусенцы, острые углы и неровности.

Основным условием качественной пайки алюминиевых жил поливом является соблюдение нормируемых температур нагрева припоя. Соединение алюминиевых жил кабеля с медными лучше всего производить пайкой в стальных формах припоем А при предварительном облуживании этим же припоем обоих концов кабеля.

Пайку алюминиевых жил с медными можно выполнять припоем ЦО-12, нагретым до 500—550 °С. В этом случае при разделке медную жилу срезают под прямым углом и облуживают припоем ПОССу 35-2. При пайке припоем ЦО-12 медных наконечников силовых кабелей с алюминиевыми жилами сначала под углом 55° срезают концы жил и надевают на них наконечники, затем уплотняют наконечники асбестовым шнуром и производят пайку.

Контактные выводы электрооборудования изготовляют плоскими, штыревыми и гнездовыми (рис. 111, а—в). Плоские и штыревые выводы предназначены для сварного, паяного и болтового присоединения, а гнездовые — для втычного и с помощью штифтовых кабельных наконечников.

Для очистки и монтажа контактных соединений используют: неэтилированный бензин, ацетон или уайт-спирит, вазелин, смазку ЦИАТИМ-221 или кварцевазелиновую пасту, краски, лаки, грунтовку, наждачную бумагу и растворитель для красок.

Как правило, все выводы комплектуют крепежными деталями, предусмотренными стандартами на конкретные виды электротехнических устройств. Присоединение медных однопроволочных жил сечением до 10 мм^2 к плоским медным выводам производят после зачистки жилы и оформления ее в кольцо. Между головкой винта и жилой устанавливают шайбу и пружинную шайбу. Многопроволочную жилу сечением до 10 мм^2 оконцовывают наконечником. В этом случае между головкой винта и наконечником устанавливают только пружинную шайбу.

Для присоединения медных жил сечением $16\text{--}240 \text{ мм}^2$ к плоским медным выводам под головку болта и гайку подкладывают шайбу, а после гайки устанавливают контргайку. Для болтов М8 вместо контргайки можно устанавливать пружинную шайбу. Если вывод плоский алюминиевый, то дополнительно устанавливают тарельчатую электротехническую пружину или (при ее отсутствии) применяют болты и гайки из цветных металлов.

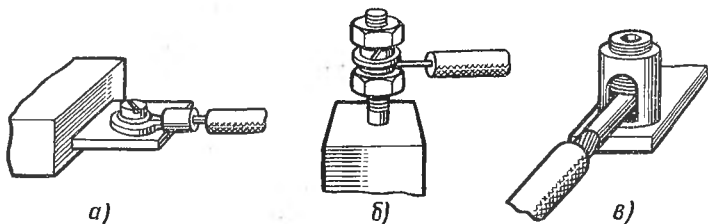


Рис. 111. Вводы контактных зажимов:
а — плоский, б — штыревой, в — гнездовой

Присоединение алюминиевых однопроволочных жил сечением до 10 мм^2 к плоским выводам производят после зачистки жилы под слоем нейтральной смазки (вазелин, ЦИАТИМ-221 или кварцевазелиновая паста). Грязную смазку после зачистки удаляют и заменяют чистой, после чего конец провода изгибают в кольцо. При присоединении жил к выводу устанавливают шайбу и пружинную шайбу. На однопроволочных алюминиевых жилах сечением $16\text{--}240 \text{ мм}^2$ независимо от метода оконцевания (наконечник, штамповка жилы в форму наконечника) перед присоединением к выводу зачищают контактирующую поверхность до металлического блеска под слоем нейтральной смазки, которую после зачистки удаляют и заменяют чистой.

При болтовом соединении жилы с плоским выводом под головку болта или под гайку устанавливают шайбы и тарельчатую пружину.

Однопроволочные медные жилы сечением до 10 мм^2 присоединяют к штыревым выводам после зачистки до металлического блеска и оформления их в кольцо. Жилу надевают на штыревой вывод, устанавливают шайбу и пружинную шайбу, затягивая гайки вывода гаечным ключом (см. рис. 111).

Многопроволочные медные жилы сечением до 10 мм^2 после оконцевания наконечником присоединяют аналогично однопроволочным, а сечением $16\text{--}300 \text{ мм}^2$ — после оконцевания наконечниками без установки шайбы и пружинной шайбы. К штыревому выводу не разрешается присоединять больше двух жил или наконечников.

Алюминиевые жилы к штыревым выводам присоединяют только при токе до 630 А , выше 630 А — только через медную (переходную) пластину. Кроме того, медную пластину устанавливают в наружных установках, сырых помещениях, а также в помещениях с агрессивной средой. В этих случаях пластину и контактную часть наконечника покрывают защитным металлом. Непосредственное присоединение алюминиевых жил допускается, если они оконцованы медно-алюминиевыми наконечниками.

Контактные соединения от коррозии и воздействия внешней среды защищают лаком ГФ-95, эмалью ПФ-115, грунтом ФЛ-0,3Ж и ЦИАТИМ-221. Лаки, краски и грунт наносят на боковую поверхность плоского вывода и наконечника в месте их соприкосновения. При соединении со штыревым выводом место прилегания наконечника к выводу защищают лаком ГФ-95, эмалью ПФ-115, грунтом ФЛ-0,3Ж и ЦИАТИМ-221.

нечника или переходной пластины к гайкам закрашивают.

Контроль качества выполненных контактных соединений производят осмотром и проверкой электрического сопротивления (падения напряжения).

Контрольные вопросы

1. Перечислите способы оконцевания и соединения жил кабелей.
2. Каковы основные физико-механические свойства алюминиевых жил?
3. Назовите основные инструменты для опрессовки алюминиевых и медных жил.
4. Каковы особенности термитной сварки жил?
5. Какие припой и флюсы применяют при пайке жил?
6. Как выполняют присоединение алюминиевых наконечников к медным выводам электрооборудования?

Глава XI. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

§ 46. ПРИЕМКА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Приемка в эксплуатацию кабельных линий производится после окончания работ по прокладке кабелей и монтажу соединительных и концевых муфт. Все работы выполняют в соответствии с утвержденным и согласованным проектом, инструкцией Госстроя СССР по прокладке кабелей напряжением до 110 кВ (СН 85—74) и действующей технической документацией на муфты для кабелей с бумажной и пластмассовой изоляцией.

Кабельные линии при приемке в эксплуатацию подвергают осмотрам и электрическим испытаниям. Кабели скрытых прокладок (в траншеях, блоках и т. п.) не могут быть осмотрены после окончания всех работ на трассах, а существующие методы электрических испытаний не дают возможности выявить все дефекты в проложенной линии. Поэтому, для того чтобы обеспечить хорошее качество работ, необходимо контролировать прокладку кабеля и монтаж муфт во время их производства, т. е. осуществлять технический надзор.

В технический надзор входят: проверка кабельных сооружений и траншей; ознакомление с заводскими протоколами испытаний кабеля и его состоянием; проверка ка-

чества работ во время прокладки кабеля и монтажа муфт; контроль за наличием у монтажного персонала удостоверений, разрешающих им выполнять указанные работы. Его осуществляет та организация, которая будет эксплуатировать проложенный кабель.

Траншеи, каналы, туннели и другие кабельные сооружения выполняют с учетом минимально допустимых радиусов и изгибов кабелей, приведенных в табл. 16

Таблица 16. Минимально допустимые радиусы изгиба кабелей при прокладке

Наименование	Минимальный наружный радиус изгиба D_n
Кабели с бумажной пропитанной изоляцией (вязкая пропитка) и с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом:	
многожильные в свинцовой оболочке	15
одножильные в алюминиевой или свинцовой оболочке	25
многожильные в алюминиевой оболочке	25
Кабели с пластмассовой изоляцией в алюминиевой оболочке	15
Кабели с пластмассовой и резиновой изоляцией:	
одножильные	10
многожильные	7,5

Примечание. D_n — наружный диаметр кабеля.

При осмотре кабельных сооружений должны быть проверены: наличие уклонов для стока воды, электрическое освещение, вентиляция и водооткачка, соответствие внутренних размеров проекту, состояние железобетонных конструкций и др.

Проверка качества работ при прокладке кабеля включает: контроль по динамометру за усилием тяжения кабеля; определение допустимых радиусов изгибов, глубины прокладки и расстояний между параллельно уложенными кабелями, а также расстояний между крайними кабелями и стенами сооружений; определение расстояний на пересечениях и сближениях кабелей с различными сооружениями; контроль за наличием песчаной подушки под кабель, защитных покрытий, запасов кабеля перед муфтами, маркировочных бирок.

Контроль за монтажом муфт включает проверку: соответствия типоразмера муфты сечению кабеля; наличия кондиционных и не просроченных (срок годности) ком-

плектующих материалов; наличия соответствующего инструмента и приспособлений; соблюдения обязательной технологии и последовательности монтажа.

На маркировочных бирках обозначают их марку, номинальное напряжение, число и сечение жил, номер или наименование кабельной линии. На бирках соединительных муфт силовых кабелей, кроме того, указывают дату монтажа и фамилию электромонтажника-кабельщика; а на бирках концевых заделок — конечные пункты (откуда и куда проложен кабель).

Кабели после прокладки, монтажа кабельных муфт и концевых заделок, установки концевых заделок (в кабельный отсек РУ и др.) испытывают по нормам, предусмотренным ПУЭ. Одновременно с испытаниями проверяют соответствие жил по фазам обоих концов линии независимо от их расцветки: ПУЭ установлен порядок чередования расцветок фаз шин РУ. Фаза L_1 шин окрашивается в желтый цвет, фаза L_2 — зеленый, фаза L_3 — красный, а нулевая рабочая шина N — голубой цвет, изоляция жил кабельных линий — по цветам шин, к которым они присоединяются.

После включения кабельной линии под напряжение приборами проверяют фазировку, которая заключается в определении одноименности фаз жилы кабеля и подключенной шины. Если разность напряжений между жилой кабеля и одноименной фазой шины РУ равна нулю, это означает соответствие фаз, если не равна нулю, это означает несоответствие фаз и неправильное присоединение кабеля. Включение такого кабеля в цепи магистральной схемы может вызвать короткое замыкание. Для фазировки кабельных линий напряжением 6 и 10 кВ применяют указатели напряжения 10 кВ в комплекте с добавочным сопротивлением (рис. 112).

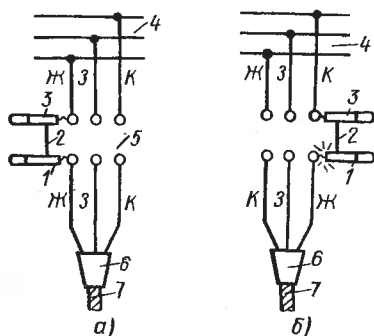


Рис. 112. Фазировка кабельных линий:

а — соответствие фазы кабеля и шины, *б* — несоответствие фазы кабеля и шины в местах соединения; 1 — указатель напряжения, 2 — провод, 3 — трубка сопротивления, 4 — шины, 5 — разъем спуска шин, 6 — концевая заделка, 7 — кабель; Ж — желтая, З — зеленая, К — красная шины

Документация для сдачи кабельных линий в эксплуатацию. В техническую документацию входит проект кабельной линии с изменениями, отступлениями и указаниями, с кем и когда они были согласованы.

На плане кабельной линии, проложенной в траншее, приводятся: координаты соединительных муфт, привязанные к существующим постоянным строениям или специальным опознавательным знакам; схема кабельной линии с указанием заводских номеров барабанов проложенных кабелей и их длины; последовательность укладки барабанов и нумерация соединительных муфт при прокладке кабелей в траншее; материалы по согласованию трассы кабельной линии. Кроме того, приводятся акты: приемки траншей и кабельных сооружений под монтаж; на скрытые работы по прокладке труб; осмотра кабелей на барабанах перед прокладкой и протоколы их заводских испытаний; осмотра кабельной канализации в траншеях и каналах перед закрытием; журналы прокладки кабелей и разделки кабельных муфт напряжением выше 1000 В, а также протоколы прогрева кабелей на барабане перед прокладкой при низких температурах и электрических испытаний силовых кабелей после окончания монтажа.

Все приведенные акты и протоколы заносят в общую ведомость, которую вместе с документацией предъявляют при сдаче. Приемку кабельной линии в эксплуатацию производят по акту.

§ 47. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Для организации эксплуатации кабельных линий промышленных предприятий и городских кабельных сетей необходимо предварительно разработать основные документы: номенклатуру работ и сроков их выполнения; годовой и месячный план и график работ; должностные инструкции для всего персонала; производственные инструкции на все виды работ; расчет потребности оборудования, запасных частей, материалов, инструмента, приспособлений и средств механизации. Эти документы разрабатывают на основании Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ и ПТБ).

Номенклатуру работ по эксплуатации кабельных линий составляют на каждый календарный год.

Для обеспечения правильной эксплуатации кабельных линий необходимо иметь: исполнительные чертежи на кабельные линии и другие специальные кабельные сооружения; паспорта кабельных линий и сооружений; адресные списки кабельных сооружений.

Исполнительный чертеж выполняют тушью на листах ватманской бумаги в масштабе 1:500, 1:200, 1:100, 1:50 (в зависимости от сложности узлов). Кабельные линии на чертеже привязывают к постоянным фундаментальным ориентирам. Линии различных напряжений и назначений наносят различными условными обозначениями и различными цветами туши. Оригиналы исполнительных чертежей для работы на трассах не выдают.

Паспорт кабельной линии составляют на основании приемо-сдаточной документации. В него заносят сведения о марке кабеля, строительных длинах, схеме трассы линии, данные о соединительных и концевых муфтах, электрической характеристики линии, а также сведения о выполненной защите линии от коррозии, вибрации и механических повреждений.

В процессе эксплуатации кабельной линии в паспорт заносят сведения о результатах профилактических испытаний линий, нагрузке линии, измеренных температурах на оболочках, а также о повреждениях линии, ее ремонте и состоянии трассы.

Правильно составленный паспорт кабельной линии и аккуратное его заполнение в процессе эксплуатации позволяют определить необходимость капитального ремонта, произвести анализ причин повреждений и разработать необходимые противоаварийные мероприятия.

Адресные списки кабельных строительных сооружений так же, как распределительных пунктов (РП) и трансформаторных подстанций (ТП), составляют для быстрого и точного определения их местоположения на территории. В адресном списке указывают наименование сооружения (РП, ТП, туннель, колодец, коллектор и т. п.); его диспетчерский номер, адрес ближайшего городского строения и др. Для каждой кабельной линии при вводе ее в эксплуатацию устанавливают единый диспетчерский номер, или наименование по месту присоединения. Если линия состоит из нескольких параллельных кабелей, то каждому из них присваивают номер кабельной

линии с добавлением букв: А, Б, В и т. д. Кроме того, для каждой линии рассчитывают наибольшую токовую нагрузку. Указанные сведения заносят в паспорт.

В процессе эксплуатации линий проводят регулярные осмотры трасс в нормативные сроки, профилактические испытания, измерения нагрузок не реже двух раз в год, в том числе один раз в период максимума нагрузок. Анализ результатов измерений нагрузок в период их максимума и минимума позволяет определить мероприятия по улучшению режима работы кабельной линии.

В разрабатываемую номенклатуру входят: сроки выполнения работ; осмотр трасс кабельных линий; измерение фактических нагрузок; профилактические испытания; контроль за нагревом кабелей и блуждающими токами; ремонт кабельных линий.

При составлении номенклатуры учитывают: периодичность и сезонность выполнения работ; должности персонала, на который возлагают выполнение различных видов работ; плановую норму времени на каждого исполнителя; вид отчетного документа.

Ежегодно разрабатываемая номенклатура работ позволяет отразить происшедшие за истекший год изменения в требованиях к обслуживанию кабельных линий.

§ 48. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ НАДЗОР ЗА КАБЕЛЬНЫМИ ЛИНИЯМИ И СООРУЖЕНИЯМИ

Правильно организованный в соответствии с ПТЭ и местными условиями эксплуатационный надзор за кабельными линиями и сооружениями обеспечивает надежность электроснабжения промышленных предприятий и городов.

В целях снижения механических повреждений кабельных линий, проложенных в траншеях, Советом Министров СССР рассмотрены и утверждены Правила охраны высоковольтных электрических сетей. В соответствии с этими правилами для кабельных линий напряжением 2 кВ и выше должны быть отведены земельные участки под кабель и по 1 м в обе стороны от крайних кабелей. В пределах этой площади нельзя прокладывать другие коммуникации без согласования с организацией, эксплуатирующей кабельную линию, и сбрасывать тяжести, выливать кислоты и щелочи, устраивать свалку шлака и т. п. Установлены штрафные санкции для лиц и организаций, виновных в порче кабеля.

В основу эксплуатации и надзора кабельных линий входят: обход трасс и осмотр состояния кабельных линий и различных сооружений, в которых они проложены; надзор за производством работ на трассах и вблизи кабельных линий; организационно-технические мероприятия по обеспечению сохранности кабельных линий.

Периодичность осмотров и обходов трасс кабельных линий монтерами определяется опытом эксплуатации, местными условиями и проводится не реже сроков, приведенных в ПТЭ. Для кабельных линий напряжением до 35 кВ установлены следующие сроки осмотров: трасс в земле — 1 раз в 3 мес; концевых муфт напряжением выше 1000 В — 1 раз в 6 мес, до 1000 В — 1 раз в год; кабельных колодцев — 2 раза в год. Трассы кабельных линий, проходящие по реконструируемым городским и промышленным площадкам, где возможны механические повреждения кабелей, осматривают более часто.

Весной во время паводков, после ливней и в период осенних дождей, когда наблюдаются наибольшее размягчение и размыв грунта, производят внеочередные обходы.

При осмотре кабельных трасс проверяют, чтобы на трассе не производилось несогласованных работ (строительство сооружений, раскопка земли, насаждение растений и др.).

Осмотр кабельных трасс закрытых территорий производят совместно с представителем той организации, где проложен кабель. В местах пересечения кабельных трасс с путями железных дорог обращают внимание на наличие предупредительных плакатов о расположении кабельных линий с обеих сторон зоны ограждений железной дороги.

В местах пересечения кабельных линий с канавами, кюветами и оврагами проверяют наличие размывов и обвалов, угрожающих сохранности кабелей.

При обходе трасс кабельных линий по территориям, где нет ориентиров (поля, пустыри), проверяют наличие железобетонных или металлических вешек, определяя их положение на трассе по плану линии.

В местах перехода кабелей из земли в здания и из земли на опору ВЛ необходимо проверить наличие металлической трубы, обеспечивающей защиту кабелей от механических повреждений.

Осмотр открыто проложенных кабельных линий в кабельных сооружениях (каналы, туннели, коллекторы,

эстакады) производят по местным инструкциям. Внутри сооружений не должно быть горючих и вредных для дыхания газов, а также легко воспламеняющихся материалов.

При осмотре кабельных сооружений проверяют состояние освещения и вентиляции, антикоррозионных покрытий металлических оболочек кабелей и кабельных конструкций, соединительных муфт, наличие противопожарных кожухов и измеряют температуру окружающего воздуха. Одновременно проверяют состояние строительной части сооружений (люков, перегородок, выходов, наличие протечек воды и др.).

Результаты обходов и осмотров кабельных трасс на открытых и закрытых территориях заносят в журнал для записи дефектов и неполадок. Если обнаруженные дефекты требуют немедленного устранения, об этом необходимо сообщить руководителю.

В соответствии с Правилами по охране высоковольтных электрических сетей все виды работ вблизи кабельных трасс, которые могут привести к порче кабелей (например, вскрытие земляных покровов, взрывные и карьерные работы и др.), предварительно согласовываются с организацией, эксплуатирующей эти кабели.

Все мероприятия по защите кабельной линии от повреждения отражаются в технической документации. Места производства земляных работ по степени опасности механических повреждений кабельных линий делят на две зоны: 1 — работы на расстоянии до 1 м от крайней кабельной линии напряжением выше 1000 В; 2 — работы на расстоянии более 1 м или на трассах кабельных линий напряжением до 1000 В. Производство раскопок механизмами на расстоянии ближе 1 м от кабелей не допускается. Применение клин-бабы и других аналогичных ударных механизмов разрешается на расстоянии 5 м (и более) от кабелей.

При выезде на место работ представителю эксплуатирующей организации необходимо иметь план трассы кабельных линий и набор необходимых предупредительных и запрещающих плакатов.

Лицо, осуществляющее допуск к работам в зоне 1, проверяет по чертежу расположение кабельных линий, указывает производителю работ место трассы и намечает границы безопасного производства работ. На месте работ границу ограждают барьером, щитами или другим, возможным по местным условиям способом. На

ограждениях вывешивают пояснительные и предупредительные плакаты. После этого лицо, осуществляющее допуск, выдает производителю работ письменное разрешение на выполнение этих работ. Если вскрытые кабели будут находиться в таком состоянии долгое время, необходимо защитить их от возможных механических повреждений. Раскопки в зоне 1 выполняют только лопатами; применение ломов, пневматических инструментов и клиньев допускается лишь для снятия верхнего покрова на глубину не более 400 мм. Механизмы (например, экскаваторы) не должны работать вблизи трассы из-за возможного повреждения кабелей ковшом экскаватора.

При работах в зоне 1 осуществляют постоянный контроль за производством работ на трассе. После окончания земляных работ на трассе все кабельные линии, отключенные для земляных работ и не отключенные, но вскрытые, испытывают высоким напряжением.

§ 49. КОНТРОЛЬ ЗА НАГРЕВОМ КАБЕЛЕЙ

Предельно допустимая температура нагрева кабеля имеет большое значение, так как от нее зависят нагрузка, срок службы и надежность работы кабеля.

Каждый вид изоляции кабеля рассчитан на определенную длительно допустимую температуру, при которой старение изоляции проходит медленно. Превышение температуры нагрева кабеля выше допустимой ускоряет процесс старения изоляции и сокращает срок службы кабеля.

При нагревании кабеля наиболее быстрому старению подвергается бумажная изоляция, механическая прочность и эластичность которой при этом понижаются. Длительно допустимые температуры для силовых кабелей стационарной прокладки приведены в табл. 17.

Таблица 17. Длительно допустимая температура нагрева жил кабелей

Вид изоляции	Температура, °C	Вид изоляции	Температура, °C
Пропитанная бумага на напряжение, кВ:		ПВХ пластикат	70
1	80	Полиэтилен	70
6	65	Вулканизирующийся	90
10	60	полиэтилен	
20	55	Резина	65
35	50	Резина повышенной	90
		теплостойкости	

При включении кабеля под нагрузку вначале нагреваются его жилы, а затем изоляция и оболочка. Опытными измерениями установлено, что перепад температуры между жилой и оболочкой кабеля напряжением 6 кВ примерно 15 °С, а для кабелей 10 кВ — 20 °С. Поэтому в практических условиях обычно ограничиваются измерением температуры оболочки, учитывая, что температура жилы кабеля выше на 15—20 °С.

Температуру нагрева жил можно определить и расчетным путем по формуле

$$t_{\text{ж}} = t_{\text{об}} + [I^2 n \rho S_{\text{к}} / (100q)],$$

где $t_{\text{об}}$ — температура на оболочке кабеля, °С; I — длительная максимальная нагрузка кабеля, А; n — число жил кабеля; ρ — удельное сопротивление меди или алюминия при температуре, близкой к температуре жилы, Ом·мм²/м; $S_{\text{к}}$ — сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля, Ом (определяется по справочнику); q — сечение жилы кабеля, мм².

Контроль за нагревом кабелей в процессе эксплуатации осуществляется измерением температуры свинцовой или алюминиевой оболочки, или брони в тех местах кабельной трассы, где предположительно кабельная линия может иметь перегрев против допустимых температур. Такими местами могут быть прокладки вблизи теплопроводов, в среде с большим тепловым сопротивлением (шлак, трубы и т. п.), где создаются неблагоприятные условия для охлаждения кабельной линии.

Измерение температуры на поверхности кабелей, проложенных в земле, рекомендуется производить термомпарами. Для установки термопар на трассе кабеля отрывают котлован размером 900×900 мм с углублением 150—200 мм в одной из стенок котлована по оси кабеля. После удаления наружного покрова, очистки брони от коррозии создают надежный контакт (легкоплавким припоем или фольгой) с проводом термопары.

Измерительные провода выводят через газовую трубу и подключают к специальным ящикам, после чего котлован засыпают землей. Схема измерения температуры на поверхности кабеля приведена на рис. 113. Измерение температуры на поверхности контролируемых кабелей с одновременным измерением токовых нагрузок производят в течение суток через 2—3 ч. Если в результате измерений окажется, что температура жилы кабеля на отдельных участках превышает допустимую, необходимо

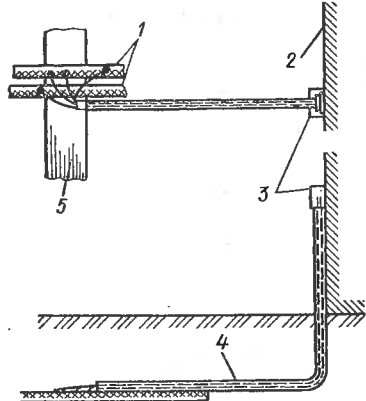


Рис. 113. Измерение температуры на поверхности работающего кабеля:

1 — кабель, 2 — здание, 3 — щитки терморпар, 4 — металлическая труба, 5 — теплопровод

или: снизить токовую нагрузку на кабель, или принять меры к улучшению условий его охлаждения. В некоторых случаях целесообразно заменить перегревающийся участок линии кабелем большого сечения. Измерение температуры кабелей, про-

ложенных открыто в кабельных сооружениях, можно производить обычным лабораторным термометром, укрепляя его на оболочках кабеля. Необходимо вести тщательный контроль за температурой окружающего воздуха и работой вентиляции в кабельных сооружениях. Контроль за нагревом кабелей производят по мере необходимости.

§ 50. ДОПУСТИМЫЕ ТОКОВЫЕ НАГРУЗКИ НА КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ

При прохождении электрического тока по кабелю в нем выделяется значительное количество теплоты за счет потерь мощности в токопроводящих жилах, изоляции, металлических оболочках и броне. Для трехжильных кабелей с бумажной пропитанной изоляцией напряжением до 10 кВ основным источником потерь являются потери мощности в токопроводящих жилах.

Мощность, переходящая в теплоту, за счет нагрева токопроводящих жил током пропорциональна квадрату его силы и сопротивлению жилы кабеля. Распространение теплоты от жилы кабеля через изоляцию, оболочку и наружные покровы будет происходить за счет теплопроводности этих материалов.

Через некоторый промежуток времени, после включения кабеля под нагрузку, в нем устанавливается тепловое равновесие, когда выделяемое в единицу времени количество теплоты равно количеству теплоты, отдаваемой кабелем в окружающую среду. Установившемуся равнове-

сию соответствует определенное превышение температуры кабеля над температурой окружающей среды.

В установившемся режиме тепловой расчет кабеля можно выразить следующим соотношением:

$$P = \theta / \Sigma S = (t_{\text{ж}} - t_{\text{ср}}) / (\Sigma S),$$

где θ — превышение температуры токопроводящей жилы над температурой окружающей среды, °C, ΣS — общее тепловое сопротивление кабеля, град·см/Вт, которое состоит из теплового сопротивления элементов кабеля и окружающей почвы, $t_{\text{ж}}$, $t_{\text{ср}}$ — температура жилы и среды, град.

Чем меньше сопротивление оказывается тепловому потоку, тем интенсивнее происходит отдача теплоты в окружающую среду и тем большую нагрузку можно допустить на силовую кабель. Зная допустимую температуру $t_{\text{доп}}$ нагрева жил, можно определить допустимый на кабель ток:

$$I_{\text{доп}} = \sqrt{(t_{\text{доп}} - t_{\text{ср}}) / (Rn\Sigma S)},$$

где R — сопротивление одной фазы линии, Ом, n — количество жил.

В наилучших условиях по отдаче теплоты в окружающую среду находится кабель, проложенный в воде, так как вода обеспечивает хороший отвод теплоты с наружной поверхности кабеля.

При прокладке кабеля в земле отдача теплоты зависит от состава грунта и его способности удерживать влагу.

Токовые нагрузки, приведенные в ПУЭ для кабелей, проложенных в земле, рассчитаны для грунта с удельным тепловым сопротивлением 120 Ом·град/Вт (нормальная почва и песок с влажностью 7—9 % или песчано-глинистая почва с влажностью 12—14 %).

Изменение удельного сопротивления земли значительно сказывается на допустимой нагрузке кабеля. Применительно к принятому сопротивлению земли пересчет токовой нагрузки для удельных сопротивлений 80, 200 и 300 Ом·град/Вт будет соответственно равен 1,05; 0,87; 0,75. Удельное тепловое сопротивление земли главным образом зависит от ее химической и физической структур, плотности засыпки траншеи и способности удерживать влагу. Поэтому утрамбовывание земли является обязательным технологическим процессом прокладки силового кабеля.

Кабель, проложенный в воздухе, имеет более низкие допустимые нагрузки, чем при прокладке в земле из-за большего сопротивления тепловому излучению от кабеля в воздух. Из-за действия ряда дополнительных тепловых сопротивлений (воздух в канале блока, взаимный подогрев кабелей) в очень неблагоприятных условиях (в отношении нагрева) находится кабель, проложенный в блочной канализации. Чтобы обеспечить правильный температурный режим работы кабеля, необходимо для каждой находящейся в эксплуатации кабельной линии определить и установить допустимые токовые нагрузки для нормального длительного и аварийных режимов.

Допустимые токовые нагрузки для одиночных кабелей, проложенных в земле, воздухе и воде, определяются по таблицам, приведенным в ПУЭ. Таблицы составлены в зависимости от вида изоляции (резина или пластмасса, пропитанная бумага) и материала жилы (медь, алюминий). Токовые нагрузки в таблицах приводятся в зависимости от сечения токопроводящих жил кабеля, поэтому по ним можно решать и обратную задачу, т. е., зная расчетную токовую нагрузку, можно выбрать сечение проводника. Различные условия прокладки и эксплуатации кабельных линий учитываются поправочными коэффициентами, которые также приводятся в ПУЭ.

Для кабелей, проложенных в земле, допустимые длительные токовые нагрузки приняты из расчета прокладки в траншее на глубине 0,7—1 м не более одного кабеля при температуре земли 15°C . Аналогичные условия приняты для кабелей, проложенных в воде.

Для кабелей, проложенных в воздухе, внутри и вне зданий, допустимые длительные токовые нагрузки приняты из расчета температуры воздуха 25°C . При этом расстояния между параллельно уложенными кабелями должно быть не менее 35 мм в свету. Если температура окружающей среды существенно отличается от принятых температур при расчете токовых нагрузок для кабелей, проложенных в земле и на воздухе, необходимо ввести поправочные коэффициенты, которые приведены в таблице ПУЭ.

В зимних условиях температура земли на глубине прокладки кабелей близка к 0°C . В соответствии с этим допустимые длительные нагрузки на кабельные линии могут быть увеличены.

Как правило, в траншее прокладывают не один, а несколько кабелей, которые, выделяя теплоту при нагруз-

ках, взаимно нагревают друг друга. Для снижения взаимного влияния кабелей, проложенных в одной траншее (включая прокладку в трубах), необходимо вводить поправочные коэффициенты на количество кабелей, лежащих рядом, которые приводятся в ПУЭ.

Допустимые длительные токи для кабелей, прокладываемых в блоках, определяются по формуле $I = abcI_0$, где I_0 — допустимый длительный ток для трехжильного кабеля напряжением 10 кВ с медными или алюминийевыми жилами, который определяется по таблице ПУЭ; a, b, c — коэффициенты, выбираемые в зависимости от сечения и расположения кабеля в блоке, напряжения кабеля и среднесуточной нагрузки всего блока.

В большинстве случаев кабельные линии на отдельных участках трассы прокладывают в земле, эстакаде, блоке и т. п. В этих случаях допустимые длительные токовые нагрузки должны быть определены по участку трассы с наихудшими условиями охлаждения, если участок имеет протяженность более 10 м.

Для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной пропитанной изоляцией, несущих нагрузки меньше номинальных, допускаются кратковременные перегрузки, приведенные в табл. 18.

Таблица 18. Допустимые перегрузки кабельных линий напряжением до 10 кВ

Вид прокладки	Коэффициент предварительной нагрузки	Допустимая перегрузка по отношению к номинальной в течение, ч		
		0,5	1,0	3,0
В земле	0,6	1,35	1,30	1,15
В воздухе		1,25	1,15	1,10
В трубах (в земле)		1,20	1,10	1,00
В земле	0,8	1,20	1,15	1,10
В воздухе		1,15	1,10	1,05
В трубах (в земле)		1,10	1,05	1,00

Установленные в этой таблице значения перегрузок по току и времени не вызывают перегрева токопроводящих жил сверх допустимых значений. Во время аварийных режимов в кабельных сетях возникает необходимость в кратковременных перегрузках работающих кабелей, нормы которых приведены в ПТЭ.

Для кабелей с полиэтиленовой изоляцией допускают перегрузки до 10 % в течение 5 сут продолжительностью до 6 ч в сутки, а для кабелей с ПВХ изоляцией — до 15 %. В остальное время суток нагрузка на кабели не должна превышать номинальных значений.

Во время ликвидации аварий для кабелей напряжением до 10 кВ с бумажной изоляцией допускаются перегрузки в течение 5 сут в пределах, указанных в табл. 19.

Таблица 19. Допустимые нагрузки кабельных линий напряжением до 10 кВ на время ликвидации аварий

Вид прокладки	Коэффициент предварительной нагрузки	Допустимая перегрузка по отношению к номинальной при длительности максимума, ч		
		1	3	6
В земле	0,6	1,50	1,35	1,25
В воздухе		1,35	1,25	1,25
В трубах (в земле)		1,30	1,20	1,15
В земле	0,8	1,35	1,25	1,20
В воздухе		1,30	1,25	1,25
В трубах (в земле)		1,20	1,15	1,10

Для кабельных линий, находящихся в эксплуатации более 15 лет, перегрузки должны быть понижены на 10 %, а для кабельных линий напряжением 20—35 кВ перегрузки не допускаются.

В процессе эксплуатации кабельных линий необходимо осуществлять контроль за нагрузками стационарными амперметрами в установленные сроки и записывать показания приборов в ведомость.

Для наглядности на стационарных щитовых амперметрах красной чертой отмечается предельно допустимый ток кабельной линии, что дает возможность обслуживающему персоналу принимать соответствующие меры при превышении этого значения.

Измерение нагрузок кабельных линий и напряжений в различных точках сети должны производиться не менее двух раз в год, в том числе в период максимума нагрузок. Первое измерение следует производить в декабре — январе, т. е. в период годового максимума нагрузок. Эти измерения служат основанием для составления плана работ по разгрузке кабельных линий и улучшению режима их работы. По замерам определяют потери электриче-

ской энергии в сети и другие технико-экономические показатели кабельных линий. Второе измерение нагрузок кабельных линий целесообразно производить в мае, т. е. в период годового минимума нагрузок.

Помимо указанных планируемых измерений нагрузок кабельных линий производят внеочередные измерения, когда изменяют схему или присоединяют дополнительные токоприемники, в связи с чем меняют режим работы кабельной линии. Результаты измерений нагрузок кабельных линий служат основанием для проведения мероприятий, обеспечивающих их безаварийную работу.

§ 51. ЗАЩИТА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ОТ КОРРОЗИИ

Коррозионный процесс. Почвенная влага представляет собой электролит различного состава и концентрации. Контакт металла с почвенным электролитом вызывает образование коррозионных элементов (пар). Если на поверхности металла, погруженного в электролит, имеются участки с различными электрическими потенциалами, то во внешней цепи, соединенной через электролит, проходит ток от более высокого потенциала к более низкому. Таким образом, участок с более высоким потенциалом будет анодом, а с меньшим — катодом. Участок кабельной линии, имеющий положительный электрический потенциал по отношению к окружающей среде, является анодной зоной, а отрицательный — катодной. В катодных зонах токи входят в оболочку кабеля, не создавая опасности ее разрушения. В анодных зонах токи проходят по оболочке, унося частицы металла и разрушая его.

Причины коррозии. Подземная коррозия, которая вызывает электрохимическое разрушение металлических элементов кабелей в процессе эксплуатации, подразделяется на электрокоррозию от блуждающих токов и почвенную коррозию от действия окружающей агрессивной среды.

Источником блуждающих токов являются в основном рельсовые пути магистрального, промышленного и городского электрифицированного железнодорожного транспорта. Отсутствие полной изоляции путевого хозяйства от земли, несовершенство устройств электропитания и другие причины вызывают утечку тяговых токов из рельсов в землю. Растекаясь в земле и встречая на своем пути различные инженерные сооружения (тру-

блупроводы, кабели и т. п.), удельные сопротивления которых меньше сопротивления земли, блуждающие токи входят в сооружения и проходят в них по направлению к тяговым подстанциям. Для кабельной сети наиболее опасным источником коррозии является трамвай, использующий для тяги постоянный ток.

Разрушение оболочек кабелей происходит тем сильнее, чем больше плотность тока, переходящего с кабеля в землю. Для бронированных силовых кабелей за допустимую плотность тока принята норма не выше $0,15 \text{ мА/дм}^2$ с удельным сопротивлением грунта $100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Переходное сопротивление между рельсами и кабелями зависит от расстояния между ними, качества балласта под рельсовыми путями и качества грунта, в котором проложены кабели, а также от качества защитных покровов оболочек кабеля. Снижение всех видов сопротивления в рельсовой сети связано с уменьшением падения напряжения в ней, а следовательно, уменьшения тока утечки.

Устройство сварных соединений на рельсовых стыках и через определенные промежутки, электрическое соединение путей между собой для уменьшения их сопротивления предусмотрены ГОСТом.

Выбор защитных покровов кабелей, проложенных в траншеях, при наличии блуждающих токов зависит от материала оболочки. Для свинцовой оболочки применяют покровы Бл, Б2л, Б2лШп, Б2лШв, БШп, БШв, Пл, П2л, П2лШв, ПШв, ПШп, П2лШп; для алюминиевой — Бп, Б2л, Шв, БлШв, Шп, БлШп, БпШп, Б2лШв, БвШв, Б2лШп, П2л, ПлШв, П2лШп, П2лШв; для неметаллической — Б, П; без оболочки — ББШв, ББШп.

Наиболее подвержены блуждающим токам места пересечений и сближений с рельсами, а также участки, расположенные вблизи отсасывающих фидеров.

Почвенная коррозия — электрохимическое разрушение металлических оболочек от взаимодействия с грунтом. Интенсивность коррозии зависит от состава грунта, наличия влаги и доступа воздуха в грунт.

Песчаные грунты коррозионно наименее активны; наиболее развивается коррозия металлов в кислых болотистых грунтах и солончаках. Особенно сильно подвергаются почвенной коррозии кабели, прокладываемые на территориях химических предприятий. Поэтому на этих предприятиях прокладку кабелей в траншеях ограничивают либо заменяют ее открытой прокладкой на эстака-

дах и галереях. Кабели, предназначенные для прокладки в земле, имеют защитные покровы, предохраняющие металлические оболочки от почвенной коррозии.

Контроль за коррозией кабелей. Наиболее важной задачей борьбы с коррозией металлических оболочек кабельных линий является установление ее причин и источников. Выбор защитных мероприятий производят по совокупности данных исследований влияния блуждающих токов и коррозионности почв.

Для контроля за состоянием металлических оболочек кабельных линий необходимо иметь карту подземных сооружений с указанием на ней анодных и катодных зон и участков с агрессивными грунтами. На карту наносят рельсы электрифицированных железных дорог, ближайшие отсасывающие пункты и все виды защиты от блуждающих токов, установленные на подземных сооружениях. Наличие карты облегчит работу по разрытию кабельных трасс для производства контрольных измерений.

При контрольных замерах проверяют плотность тока, разность потенциалов и направление блуждающих токов. По току, проходящему по оболочке кабеля, судят о степени коррозионной опасности, а по его направлению — определяют места входа и выхода блуждающих токов с оболочек кабеля и устанавливают анодные и катодные зоны. Кроме того, во всех случаях раскопок контролируют состояние рельсовых стыков и кабелей.

В местах, где предполагается повреждение кабеля почвенной коррозией, оценку степени влияния коррозии на стальную броню определяют удельным сопротивлением грунта, потерей массы образца и плотностью поляризующего тока. Чем меньше удельное сопротивление грунта и чем больше потери массы образца и плотность поляризующего тока, тем больше опасность почвенной коррозии для брони кабеля.

Степень коррозионной активности грунтовой воды (средняя или высокая) по отношению к свинцовой и алюминиевой оболочкам определяют на основании химического анализа. Для этого на уровне прокладки кабеля на расстоянии 300—500 м друг от друга берут три пробы грунта в количестве 500 г и укладывают в чистую закрываемую крышкой посуду или в полиэтиленовые мешочки.

Силовые кабели со свинцовыми и алюминиевыми оболочками и стальной броней при наличии средней и высокой коррозионной активности грунтов должны

быть защищены катодной поляризацией. Ее выполняют с помощью источника постоянного тока, создающего противотоки. Кабели с алюминиевыми оболочками имеют защитный полимерный шланг (ААШв, ААШп), который надежно защищает оболочку от коррозионных воздействий. Контроль за коррозией металлических оболочек кабелей проводят по мере необходимости.

Мероприятия по защите кабелей от коррозии. При обнаружении коррозии металлических оболочек кабелей в процессе эксплуатации разрабатывают мероприятия по предотвращению дальнейшего разрушения их и замене поврежденных участков линии. Основным мероприятием по предотвращению почвенной коррозии является правильно выбранная трасса при проектировании кабельных линий. При необходимости кабели прокладывают в обход участков с агрессивными средами или применяют кабели с полимерным шлангом. При обнаружении неисправностей в устройствах электрифицированного транспорта снижают блуждающие токи до пределов установленных норм (сварка стыков рельсов, устройство отсосов и т. п.). Прокладку кабеля в местах сближения и пересечения с путями электрифицированного транспорта осуществляют в изолирующих трубах. Для борьбы с коррозией силовых кабелей от блуждающих токов применяют средства электрической защиты. Для кабелей, в которых среднесуточная плотность утечки блуждающих токов в землю превышает $0,15 \text{ мА/дм}^2$, применяют катодную поляризацию.

§ 52. ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Кабельные линии испытывают после их монтажа и периодически в процессе эксплуатации. Испытания после монтажа проводят в соответствии с требованиями ПУЭ с целью проверки качества соединительных и концевых муфт кабелей, монтажа и изготовления кабелей.

Кабельные линии напряжением выше 1000 В испытывают повышенным напряжением выпрямленного тока в соответствии с табл. 20.

В процессе испытания обращают внимание на характер изменения тока утечки. Кабельные линии считаются выдержавшими испытания, если не произошло пробоя и толчков тока утечки или его нарастания, после того как ток достиг установившегося значения. До и после

Таблица 20. Испытательные напряжения для силовых кабелей

Наименование	Испытательное напряжение, кВ, для кабелей на номинальное напряжение, кВ					Продол- житель- ность ис- пытания, мин
	3	6	10	20	35	
Кабели:						
с бумажной изоляцией в металлической оболоч- ке	18	36	60	100	175	10
с пластмассовой изоля- цией в пластмассовой или в металлической обо- лочке	15	30	50	100	175	10
с резиновой изоляцией	6	12	—	—	—	5

испытаний повышенным напряжением измеряют сопротивление изоляции кабелей, которое не нормируется.

Сопротивление изоляции кабелей измеряют мегаомметром на напряжение 2500 В по схеме между каждой жилой и жилами, соединенными с металлической оболочкой и броней кабеля. Для силовых кабелей напряжением до 1000 В сопротивление изоляции нормируется и должно быть не менее 0,5 МОм. Испытания кабелей повышенным напряжением не выявляют все слабые места изоляции новой кабельной линии. Некоторые дефекты монтажа и изготовления кабелей и муфт, а также повреждения кабельной линии в процессе эксплуатации постепенно приводят к ослаблению изоляции и пробоем.

Чтобы предупредить пробой ослабленного места кабельной линии и внезапный перерыв в электроснабжении потребителей, периодически в плановом порядке проводят профилактические испытания кабельных линий повышенным напряжением выпрямленного тока.

Испытательное напряжение для кабелей 3—10 кВ установлено в пределах пятикратного номинального значения, время его приложения — 5 мин для каждой фазы. Этого достаточно для выявления ослабленных мест в кабеле и муфтах. Профилактические испытания кабельных линий должны проводиться не реже одного раза в год. Более частую периодичность испытаний устанавливают для кабелей, работающих в тяжелых условиях (вибрация, высокая наружная температура и т. п.), а также при дефектах линий. Кабели, проложенные в земле и не имеющие электрических пробоев при работе и испытаниях

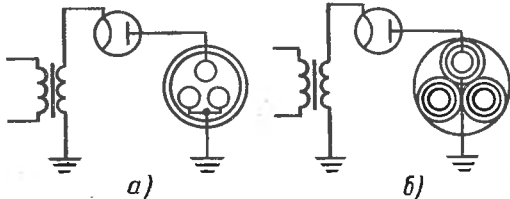


Рис. 114. Схемы испытания трехжильного силового кабеля с поясной изоляцией (а) и отдельно освинцованными жилами (б)

в течение 5 лет, могут испытываться не реже одного раза в 3 года. Этот же срок установлен для кабелей, проложенных в кабельных сооружениях, при условии, что они не подвержены воздействию коррозии и механическим повреждениям и не имеют соединительных муфт.

Если на трассах линий производились земляные работы или наблюдались осадки почвы, размывы или оползни, необходимы дополнительные (внеочередные) испытания этих линий. Внеочередные испытания проводят также после окончания ремонтных работ на линии. Кабели, присоединенные к токоприемникам испытывают, как правило, во время ремонта токоприемников. При испытаниях кабелей в РУ их отсоединяют разъединителями. Поэтому вместе с кабелем испытывают концевые муфты и опорные изоляторы.

Изоляцию кабельных линий испытывают постоянным током с помощью кенотронной установки КИИ-70, схема включения которой приведена на рис. 114. При испытании трехжильного кабеля с поясной изоляцией напряжение от испытательной установки прикладывают поочередно к каждой жиле, а две другие жилы и металлическую оболочку заземляют (рис. 114,а). Кабель, испытанный постоянным током, длительное время сохраняет заряд. Поэтому по окончании испытаний каждой фазы кабельной линии все жилы кабеля должны быть разряжены через ограничительное сопротивление, которое имеется в кенотронной установке.

При испытании кабеля с отдельно освинцованными жилами напряжение прикладывают поочередно к каждой жиле, при этом металлическую оболочку жилы заземляют (рис. 114,б). Для испытания кабелей напряжением 3—10 кВ применяют стационарные и передвижные кенотронные установки. Стационарные установки в основном предназначены для электростанций и подстанций, где

имеются РУ с большим количеством присоединяемых кабельных линий. В монтажных организациях и городских кабельных сетях широкое применение нашли кенотронные установки, смонтированные на автомашинах с крытым кузовом.

§ 53. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЙ В КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ

Для обеспечения надежности и экономичности энергоснабжения потребителей кабельные линии, пробитые при испытаниях или вышедшие из строя при работе, должны быть исправлены в кратчайшие сроки.

В технологии ремонта силовой кабельной линии наибольшие затраты времени приходится на определение мест повреждения. Большая часть эффективных методов определения места повреждения (импульсный, индукционный и др.) требует, чтобы переходное сопротивление на участке повреждения было снижено до десятков, единиц и долей ома. Этого достигают прожиганием изоляции в дефектном месте с помощью специальных установок. Прожигание дефектной изоляции силовых кабельных линий производят под воздействием энергии, выделяющейся в канале пробоя. В результате этого обугливается изоляция в месте повреждения и снижается переходное сопротивление.

Быстрое и точное определение места повреждения в кабельных линиях осуществляется передвижными измерительными лабораториями, располагаемыми в крытом фургоне автомашины. Внутри лаборатории монтируют установку для прожигания кабелей и специальные измерительные приборы:

импульсный прибор Р5—8 или Р5—9 (измеритель неоднородностей кабелей), определяющий характер и место повреждения с диапазоном измерения от 1 до 10 000 м;

прибор Щ-Ч120 (или ЭМКС-58М), комплектно с соединительным устройством определяющий расстояние до места повреждения кабельной линии при заплывающих пробоях с диапазоном измерения от 40 до 20 000 м (метод колебательного разряда);

кабельный мостик УКМ, служащий для определения места повреждения (метод петли или емкостный метод);

устройство для определения места повреждения непосредственно на трассе при условии, что в поврежден-

ном месте может быть искусственно создан электрический разряд, прослушиваемый с поверхности земли (акустический метод);

оборудование и аппаратура для определения места повреждения непосредственно на трассе (индукционный метод). Характер повреждения определяют также импульсными приборами ИКЛ-5, Р5-1А, Р5-5.

Повреждения в кабельных линиях делятся на следующие виды: повреждения изоляции, вызывающие замыкание одной, двух или трех фаз на землю, либо двух или трех фаз между собой; обрыв одной, двух или трех фаз без заземления или с заземлением оборванных и не оборванных жил; заплывающий пробой изоляции.

В большинстве случаев для определения характера повреждения достаточно мегаомметром выполнить следующие измерения: определить сопротивление изоляции каждой жилы по отношению к земле, сопротивление изоляции между жилами, целостность жил. После того как произведены все необходимые измерения, составляют схему повреждения кабельной линии и выбирают метод для данного вида повреждения.

Для прожигания дефектной изоляции применяют выпрямительные устройства, повышающие и резонансные трансформаторы, регулируемые дроссели и генераторы повышенной частоты.

Наилучшего прожигания дефектных мест изоляции кабелей достигают с помощью выпрямительной установки при ступенчатом изменении тока и напряжения. Кроме того, для этого метода используют кенотрон — газотрон, кенотрон — тиратрон, кенотрон — мощный полупроводниковый выпрямитель. Хорошими характеристиками обладает кремниевый выпрямитель ВВК-0,5/200.

Для прожигания высоким напряжением переменного тока используют трансформаторы напряжением 3, 6, 10 кВ, мощностью от 10 до 100 кВ·А. В тех случаях, когда от трансформатора напряжением 0,4/6 кВ желательно кратковременно получать переменное напряжение 18—20 кВ, применяют схему с форсированным режимом работы.

Резонансные трансформаторы относятся к нерегулируемым установкам, у которых резонансный контур образуется в основном индуктивностью вторичной обмотки и емкостью кабеля. Резонансные трансформаторы просты, имеют сравнительно малую массу и размеры. Наиболее часто применяют резонансный аппарат РА-2.

Во всех случаях повреждений кабельных линий предварительно определяют зону повреждения на линии и после этого различными методами уточняют место повреждения непосредственно на трассе линии. Для определения зоны повреждения линии применяют импульсный и методы колебательного разряда, петли и емкостной. Для нахождения места повреждения непосредственно на трассе линии рекомендуется применять акустический, индукционный и метод накладной рамки. Для примера отыскания дефектных мест в кабельных линиях ниже будут рассмотрены импульсный и акустический методы.

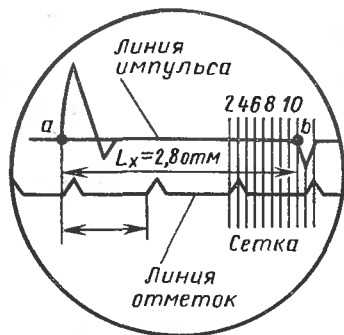


Рис. 115. Измерение зондирующего и отраженного импульсов при коротком замыкании жил кабеля

Импульсный метод (рис. 115) основан на измерении времени пробега короткого импульса, посылаемого в линию от места измерения до места повреждения и обратно. Скорость распространения импульса по кабелю принимают равной 160 м/мкс. На экране электронно-лучевой трубки прибора ИКЛ нанесены линии импульса и масштабных отметок времени, которые следуют через 2 мкс. Отсчитывая по экрану количество масштабных отметок до места повреждения и зная скорость импульса, умножением этих величин определяют расстояние до места повреждения. Для случая повреждения, показанного на рис. 115, получается отметка 2,8, что соответствует расстоянию L_x от места присоединения прибора ИКЛ до места повреждения кабеля: $L_x = v \cdot n = 160 \cdot 2,8 = 448$ м, где $v = 160$ м/мкс, n — количество масштабных отметок.

Указанный метод применяют при обрыве или одно-, двух- или трехфазных коротких замыканиях при условии, что переходное сопротивление в месте повреждения не превышает 100—200 Ом.

Акустический метод (рис. 116) основан на прослушивании над местом повреждения разрядов от посылаемых импульсов в кабельную линию. В качестве генератора импульсов применяют кенотрон с дополнительным включением в схему высоковольтных конденсаторов и шарового разрядника. Вместо конденсаторов

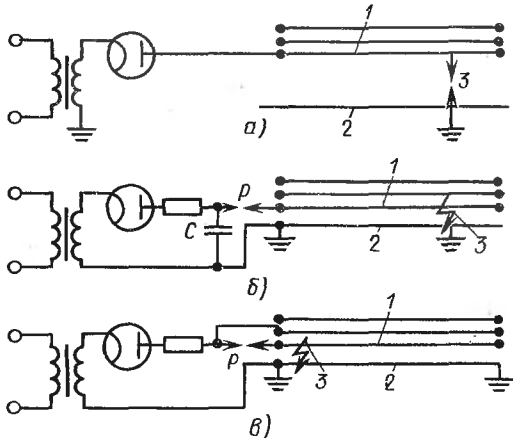


Рис. 116. Схемы определения места повреждения акустическим методом:

а — для заплывающих пробоев в муфтах, *б* — при устойчивом замыкании, *в* — с использованием емкости неповрежденных жил; 1 — фазы кабеля, 2 — металлическая оболочка кабеля, 3 — поврежденное место на кабельной линии; *P* — разрядник, *C* — зарядная емкость

может быть использована емкость неповрежденных жил. Для прослушивания разрядов над местом повреждения применяют кабелеискатель-звукоприемник, состоящий из приемной рамки (антенна), усилителя и телефонных трубок.

При акустическом методе предварительно определяют зону повреждения. После этого оператор со звукоприемником отправляется в зону повреждения. На поврежденную жилу подают импульсы с периодичностью около одного импульса в секунду. Идя по трассе в зоне повреждения, оператор прослушивает разряды. Если разряды не прослушиваются, звукоприемник переносят вдоль трассы линии. Над местом повреждения кабельной линии слышимость искровых разрядов наибольшая.

§ 54. ПОВРЕЖДЕНИЕ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ И ИХ РЕМОНТ

Бесперебойность электроснабжения объектов различного назначения невозможна без обеспечения надежности и долговечности кабельных линий, которые в значительной степени зависят от правильной организации производства работ по изготовлению кабелей, их прокладке и соединению, а также эксплуатации.

Повреждения кабеля могут быть вызваны его заводскими дефектами, к которым относятся: складки на бумажных лентах, поперечные и продольные порезы и разрывы, зазоры между бумажными лентами в результате их совпадения, дефекты жил, свинцовых оболочек и др. Некоторые заводские дефекты изоляции кабеля остаются невыявленными при испытаниях повышенным напряжением постоянного тока и приводят к аварийному пробоему кабеля в процессе работы.

Выход из строя кабельных линий происходит из-за механических повреждений кабелей при прокладке и перекладке их в процессе эксплуатации (надломы, вмятины, задиры), а также из-за коррозии металлической оболочки, которая возникает главным образом на старых кабелях. При эксплуатации возможны повреждения алюминиевой оболочки кабеля ААШв из-за разрыва ПВХ шланга в процессе монтажа.

Повреждения соединительных и концевых муфт происходят главным образом из-за несоблюдения технологии их монтажа, применения некондиционных комплектующих материалов и материалов с просроченным сроком годности, а также муфт, не соответствующих сечению и напряжению кабелей. Значительное количество перечисленных повреждений происходит из-за низкого качества соединений и оконцеваний жил кабелей (наличие глубоких пор, острых кромок и заусенцев, неудаленной литниковой прибыли, выгоревших или выкушенных проволок жилы и др.).

Свинцовые соединительные муфты повреждаются из-за неудовлетворительной припайки свинцового корпуса к оболочке кабеля, образования пустот при восстановлении изоляции роликами и рулонами, недоливки кабельного состава, отсутствия контроля за температурой заливочных и прошпарочных составов, кристаллизации заливочного состава в процессе эксплуатации и др.

Повреждения эпоксидных соединительных муфт связаны с асимметрией жил внутри эпоксидного корпуса, наличием пор и свищей, отсутствием необходимой герметизации и др.

Значительное количество повреждений концевых муфт и заделок внутренней установки происходит по причине нарушения области их применения (установка в сырых и особо сырых помещениях заделок, не предназначенных для этих сред). Повреждения эпоксидных заделок происходят из-за неудовлетворительных обезжиривания, обра-

ботки концов наиритовых трубок, герметизации жил, а также из-за растрескивания трубок, изгибания жил с недопустимым радиусом изгиба и др.

Ремонтные работы на кабельных линиях осуществляют по плану, разработанному на основании данных осмотра и испытаний, а также анализа общего состояния линии. Неисправности в кабельных линиях или на их трассах, представляющие угрозу безаварийной работе, устраняют незамедлительно, а неисправности, не вызывающие прямой угрозы надежности работы линии, — в плановом порядке.

Раскопку кабельных трасс производят только с разрешения эксплуатирующей организации. При этом обеспечивают надзор за сохранностью кабелей на весь период производства работ, а вскрытые кабели укрепляют для предупреждения провисания и защиты от механических повреждений. На месте работ устанавливают сигнальные огни и предупредительные плакаты. Производителю работ выдают данные о местонахождении кабелей и объясняют порядок обращения с ними. Производитель работ подтверждает получение задания и расписывается в журнале. Особое внимание обращается на раскопки, производимые механизированным способом. Подлежащую ремонту кабельную линию отключают и заземляют.

Кабель на выведенной в ремонт линии вскрывают только после его проверки. Поврежденный кабель проверяют сверкой фактических данных кабельной линии с планами трассы. Если на трассе проложено несколько кабельных линий, производят дополнительную их проверку индукционным методом.

Технология ремонта кабеля и муфт в зависимости от его вида и объема достаточно разнообразна. Универсальным вариантом ремонта кабельной линии является замена кабеля на участке трассы с ее разрытием, прокладкой кабельной вставки и изготовлением муфт. Разомкнутая в связи с вырезкой места повреждения кабельная линия остается присоединенной к шинам РУ электроустановок и поэтому имеет фиксированное положение в зависимости от того, к какой шине (по цвету) она присоединена.

Концы разомкнутой линии замыкают кабельной вставкой в месте повреждения таким образом, чтобы при этом было обеспечено правильное (фазное) соединение одноименных шин между собой.

При ремонте необходимо добиваться фазности соединения. Для этого на месте ремонта предварительно проверяют и устанавливают наименования фаз с последующей подгонкой жил. Если кабельная вставка и ремонтируемый кабель имеют расцветченные (маркируемые) фазы и повреждение произошло в целом месте кабеля, фазы соединяют по расцветке (маркировке) изоляции жил без проверки одноименности фаз. В противном случае такую проверку осуществляют мегаомметром и фазировочным приспособлением, позволяющим сразу проверить соответствие всех трех жил кабеля. Из-за большой разницы в угловых смещениях жил примерно в $1/3$ случаев не удается осуществить фазное соединение этим способом и ремонтный персонал вынужден произвольно соединять жилы, т. е. добиваться фазности соединения переделкой концевых муфт.

Ремонт разрушенного броневых покрова производят в такой последовательности: снимают поврежденную часть, после чего обрез брони спаивают с металлической оболочкой кабеля. Металлическую оболочку, не защищенную броней, покрывают антикоррозионным составом или выполняют подмотку пластмассовыми лентами.

Характер ремонта металлической оболочки кабеля зависит от того, проникла ли влага внутрь него или нет. Для этого удаляют часть оболочки с обеих сторон от места ее повреждения и проверяют верхний слой поясной изоляции на наличие влаги. Если влаги внутри кабеля нет, на поврежденную часть оболочки накладывают свинцовую трубу (муфту) соответствующего размера с двумя заливочными отверстиями. Трубу составляют из двух половин рольного свинца длиной на 70—80 мм больше оголенной части кабеля.

Муфту заполняют кабельным составом МП-1. Если внутри кабеля есть влага, поврежденный участок вырезают и вместо него вставляют отрезок кабеля, соответствующий по марке, сечению и длине ремонтуемому. С обеих сторон кабельной вставки монтируют соединительные муфты. В некоторых случаях, используя оставленный при прокладке кабеля запас по длине, обходятся установкой одной соединительной муфты.

При незначительных повреждениях изоляции и оболочки кабеля, которые возникают при пробое изоляции с одной жилы на оболочку во время испытания кабеля повышенным напряжением постоянного тока, ремонт кабеля также осуществляют без разрезания токопроводя-

щих жил. При наличии достаточной слабину жилы разводят, в поврежденном месте снимают заводскую изоляцию и восстанавливают ее бумажными роликами. В этом случае применяют свинцовую муфту также из двух продольных половин.

Поврежденный защитный шланг кабеля ААШВ ремонтируют в струе горячего воздуха сварочным пистолетом ПС-1 с электрическим подогревом или газозащитным пистолетом при $170-200^{\circ}\text{C}$. В качестве присадки применяют ПВХ пруток диаметром 4–6 мм. Места, подлежащие ремонту, очищают и обезжиривают бензином, а посторонние включения, выступающие края и задиры в местах повреждения вырезают. При ремонте проколов, небольших отверстий и раковин к месту повреждения приваривают присадочный пруток и после охлаждения обрезают его конец.

При ремонте щелей, прорезей и вырезов пруток приваривают к шлангу на расстоянии 1–2 мм от места повреждения, а затем укладывают его вдоль щели или прорези, заканчивая приварку прутка в целом месте. После охлаждения срезают выступающие части прутка и выравнивают сварной шов. При значительных поверхностных повреждениях шланг ремонтируют, применяя ПВХ

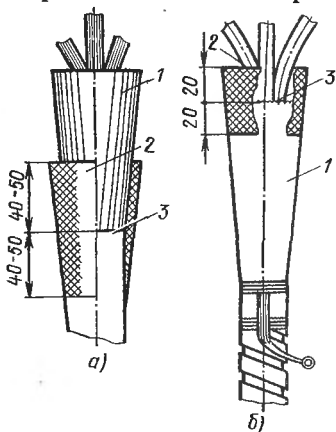


Рис. 117. Установка ремонтной формы для устранения течи пропитывающего состава в местах ввода кабеля в корпус заделки (а) и вывода жил из корпуса (б):

1 — корпус заделки, 2 — ремонтная форма, 3 — место течи

заплатки или разрезные манжеты. К шлангу по всему периметру приваривают заплату, а затем вдоль образовавшегося шва — присадочный пруток. Манжету из ПВХ трубки разрезают и надевают на поврежденное место шланга. После этого заваривают пруток вокруг торца манжеты и вдоль ее разреза.

Как правило, вышедшие из строя заделки вырезают и монтируют новые. Если длина кабеля имеет достаточный запас, ремонт ограничивается монтажом только концевой заделки. В противном случае кабель наращивают и дополнительно монтируют соединительную

муфту. Течь пропиточного состава из концевой эпоксидной заделки возможна в месте окончания корпуса, а также в месте выхода жил из корпуса заделки. Дефекты, связанные с нарушением герметичности заделки, могут возникнуть из-за плохой обработки поверхности наиритовых трубок, несоблюдения размеров, указаний по обезжириванию и др. Течь пропиточного состава в местах окончания корпуса заделки и выхода жил из корпуса устраняют с помощью установки ремонтной формы и заливки ее эпоксидным компаундом (рис. 117). Коронирование по поверхности наиритовых трубок устраняют подмоткой по трубкам липкой ПВХ ленты в два слоя с 50 %-ным перекрытием.

Контрольные вопросы

1. Какую документацию представляют при сдаче кабельной линии в эксплуатацию?
2. На основании чего составляют паспорт кабельной линии и какие сведения в него заносят?
3. Какие осмотры производят в процессе эксплуатации кабельных линий? Каковы их периодичность и содержание?
4. Почему нельзя допускать нагрев жил кабелей выше допустимого?
5. Как осуществляют контроль за нагрузками кабельных линий?
6. Каковы причины коррозии кабельных линий?
7. С какой целью испытывают кабельные линии после монтажа и в процессе эксплуатации?
8. Каковы характерные повреждения кабелей, соединительных муфт и концевых заделок?
9. Какими методами определяют место повреждения кабельной линии?
10. Как устраняют течь пропиточного состава из эпоксидных концевых заделок?

Глава XII. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, ОХРАНА ТРУДА И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

§ 55. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ

Электромонтер-кабельщик наряду со знанием мер безопасности при монтаже, эксплуатации и ремонте кабельных линий должен знать правила техники безопасности при работах в действующих электроустановках (подстанции, электротехнические помещения, линии электропередачи и др.). Это обусловлено тем, что электромонте-

ру-кабельщику приходится прокладывать кабели, раз-
делывать и подключать их к различным электрооборудо-
ванию и РУ в действующих и монтируемых электро-
установках. Объем этих знаний определяется требованиями,
предъявляемыми к производству кабельных работ
в действующих электроустановках.

Согласно знаниям и опыту электромонтерам-кабель-
щикам после обучения присваивают квалификационные
группы по технике безопасности и выдают удостоверения.

Наличие напряжения в действующих электроустанов-
ках обязывает производить кабельные работы только по-
сле соответствующего разрешения. Работу в действующ-
их электроустановках производят не менее двух чело-
век. Перед началом работы выполняют организационные
и технические мероприятия, обеспечивающие безопас-
ность персонала.

В организационные мероприятия входит оформление
наряда, допуска к работе, перерывов в работе, переходов
на другое рабочее место и окончание работ.

Все технические мероприятия по безопасности работ
(отключение напряжения, вывешивание плакатов и огра-
ждение места работы, проверка отсутствия напряжения
и наложение заземления) записывают в наряд.

Для защиты персонала, работающего в электроуста-
новках, от поражения электрическим током и воздей-
ствия электрической дуги применяют различные за-
щитные средства: изолирующие штанги (оперативные,
измерительные, для наложения заземления), изолирую-
щие и электроизмерительные клещи; указатели напряже-
ния, указатели напряжения для фразировки; изолирую-
щие средства для ремонтных работ под напряжением
выше 1000 В и слесарно-монтажный инструмент с изоли-
рующими рукоятками; диэлектрические перчатки, боты,
галoши, коврики, изолирующие подставки; переносные
заземления; временные ограждения; предупредительные
плакаты; защитные очки, рукавицы, противогазы, пре-
дoхранительные монтерские пояса, защитные каски. По-
рядок пользования защитными средствами, нормы и сро-
ки электрических и механических испытаний устанавли-
вают, исходя из ПТЭ.

Все изолирующие защитные средства делятся на ос-
новные, позволяющие выдерживать рабочее напряжение
электроустановки и прикасаться к ее токоведущим ча-
стям, и дополнительные, которые сами по себе не могут

обеспечить защиту от поражения током и используются вместе с основными.

К основным защитным средствам в электроустановках до 1000 В относятся диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными ручками, указатели напряжения. Дополнительными защитными средствами в этих установках являются: диэлектрические галоши, диэлектрические резиновые коврики и изолирующие подставки.

К основным защитным средствам в электроустановках напряжением выше 1000 В относятся: оперативные и измерительные изолирующие штанги; изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения; приспособления для ремонтных работ, а к дополнительным — диэлектрические перчатки, боты, резиновые коврики и изолирующие подставки.

§ 56. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ ПРОКЛАДКЕ КАБЕЛЕЙ

Наибольший травматизм при монтаже новых кабельных линий наблюдается при перемещении барабанов с силовым кабелем и механизированной прокладке. Эти работы должны выполнять опытные электромонтеры под руководством бригадира.

Особую опасность представляют такелажные работы при отсутствии подъемных кранов и кабельных тележек для перевозки барабанов. В этом случае необходимо соблюдать следующие правила. Площадь сечения лафетных досок должна быть не менее 70×250 мм, а угол наклона не должен превышать $10-15^\circ$. Для нижних концов досок предусматривают надежные упоры благодаря устройству борозды в земле или забиванию в почву костылей. Установку лафетных досок, опирающихся на площадку автомашины или платформы, выполняют с таким расчетом, чтобы напуск их концов за борт площадки был не менее 0,5 м и при прогибе под тяжестью они не сползли со своей опоры. Для этого под доски (посередине) устанавливают подпоры.

При погрузке и разгрузке автомашины с платформой ставят на тормоз, а под колеса подкладывают тормозные клинья. Кузов автомашины оснащают аутригерами (откидными упорами). Погрузку и разгрузку барабана с кабелем производят с помощью лебедки, полиспаста или тали, прочно укрепленных на автомашине.

До начала перекатки закрепляют концы кабеля и удаляют торчащие из барабана гвозди. Барабан с кабелем допускается перекатывать только по горизонтальной поверхности, твердому грунту или прочному настилу. Размещать кабели, пустые барабаны, механизмы, приспособления и инструменты непосредственно у бровки траншей не допускается.

Кабель с барабанов разматывают при наличии тормозного приспособления и прокладывают в брезентовых рукавицах. В зависимости от массы груза, приходящегося на человека, определяют количество рабочих для прокладки кабеля. Допускается масса груза не более 35 кг для одного мужчины и 20 кг — для одной женщины. Если рабочих не хватает, кабель разматывают по частям таким образом, чтобы нагрузка на каждого работающего не превышала допустимую. Кабель переносят на плече, обращенном в сторону траншеи или кабельного канала, по бровке, свободной от грунта.

При протягивании кабеля через проем стены или трубы рабочие должны стоять на достаточном расстоянии от проема или отверстия трубы, чтобы руки не могли быть затянуты вместе с кабелем. Во время протягивания кабеля подают одновременную команду всем работающим.

На поворотах запрещается оттягивать или поправлять руками кабель, а также находиться внутри образуемого кабелем угла. В процессе механизированной прокладки кабеля следят за допустимым усилием тяжения, так как при его превышении возможны обрыв троса или кабеля и травмирование рабочих.

Земляные работы (рытье траншей и котлованов) выполняют при прокладке и ремонте кабеля. До начала работы ответственный и производитель работы по плану знакомятся с расположением находящихся в земле коммуникаций. Затем они получают разрешение на работы от эксплуатирующих эти коммуникации организаций. Рыхление грунта отбойными молотками, ломом, киркой и выемку его землеройными машинами прекращают, когда до кабеля остается не менее 0,4 м грунта. Дальнейшую выемку грунта производят лопатой. В зимнее время его отогревают до тех пор, когда над кабелем останется не менее 0,25 м грунта.

Если при рытье траншей обнаруживают неизвестный трубопровод или кабель, работу приостанавливают и извещают об этом ответственного руководителя. При об-

наружении в траншее газа, место работ покидают до тех пор, пока газ не будет удален.

Во избежание завала работающих земель при рытье траншей и котлованов соблюдают необходимые меры безопасности.

Траншеи и котлованы глубиной более 1 м роют с откосами, соответствующими углу естественного откоса грунта. Отвесные стенки укрепляют досками и распорками. Особенно тщательно укрепляют стенки при оплывающих или осыпающихся почвах и высоком уровне грунтовых вод. Если в дальнейшем на краю траншеи будут располагаться подъемные механизмы или тяжелые грузы, стенки траншей укрепляют при любых грунтах и откосе. Траншеи и котлованы нельзя оставлять без надзора или ограждения, а вблизи проходов и проездов — без освещения в ночное время. Для пешеходов делают мостики или переходы, а для спуска в траншею (котлован) глубиной более 1 м сооружают лестницу или настил.

Во избежание повреждения открытые муфты кабелей укрепляют на прочной доске, подвешиваемой к перекинутым через траншею брусам, а кабели помещают в закрытые короба. На коробах вывешивают предупредительный плакат «Стоять — высокое напряжение!».

Для безопасности работающих перекладку и сдвиг кабеля, находящегося под напряжением, производят, как правило, только после его отключения.

§ 57. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ МОНТАЖЕ КАБЕЛЬНЫХ МУФТ

Основными технологическими операциями при монтаже муфт являются: разогрев и заливка кабельных составов; работа с термитными патронами, спичками, паяльными лампами и газовыми горелками; приготовление и заливка эпоксидного компаунда.

Кабельные составы разогревают в специальных ведрах с крышкой и носиком. Не вскрытые банки разогревать запрещается, так как расширяясь при нагреве, состав может взорвать банку и вытечь.

Температуру нагрева кабельного состава контролируют, так как при кипении он сильно разбрызгивается и может воспламениться. Во избежание разбрызгивания состава его перемешивают предварительно подогретой металлической мешалкой. Разогревать, снимать и пере-

носить ведра с составом необходимо в удлиненных брезентовых рукавицах и предохранительных очках. При передаче ведра с разогретым составом ведро необходимо ставить на землю. На месте работ необходимо иметь средства пожаротушения и оказания первой помощи при ожогах.

Эпоксидные смолы обладают большой токсичностью. Жидкие и не вполне затвердевшие эпоксидные компаунды, а также их пары и пары отвердителей оказывают раздражающее действие на незащищенную кожу, глаза и верхние дыхательные пути. Поэтому при работе с эпоксидными компаундами и их отвердителями требуется аккуратность и соблюдение установленных правил. Вскрывать банки с компаундом, перемешивать компаунд с наполнителем, вскрывать флакон с отвердителем, заливать его и перемешивать необходимо в брезентовых рукавицах.

Прилипший к коже компаунд удаляют мягкими бумажными салфетками, а затем обрабатывают кожу охлажденным до комнатной температуры 3 % раствором уксусной или лимонной кислоты или горячей водой с мылом. При сильном загрязнении рук для их очистки используют ацетон. Применять для этой цели бензол, толуол, четыреххлористый углерод или другие токсичные растворители запрещается.

В помещениях, где производят работы с эпоксидным компаундом, запрещается хранить и принимать пищу, а также курить. Эти помещения во время работы хорошо проветривают.

Термитная сварка. Температура горения термитного патрона более 2500, а спичек 1500 °С, поэтому неосторожное обращение с ними может привести к сильным ожогам.

При работе с термитными патронами и спичками необходимо помнить следующее: термитные спички не гаснут на ветру и в воде; нельзя трогать и поправлять рукой горящий или остывающий патрон; запрещается пользоваться увлажненными патронами, а также работать под открытым небом во время дождя и снегопада. Попадание воды на горящий патрон может вызвать взрыв и тяжелые ожоги; не допускается переносить термитные патроны отдельно от спичек.

При термитной сварке необходимо пользоваться защитными очками со стеклами ТИС-1 или синими стеклами.

Работа с паяльными лампами. Этот вид работ относится к категории пожароопасных. Рабочее место при работе с лампой очищают от горючих материалов, а находящиеся на расстоянии менее 5 м сгораемые конструкции надежно защищают металлическими экранами или поливают водой.

Перед каждым разжиганием лампы проверяют ее исправность. Она должна быть герметична и не иметь течи. Нельзя заливать бензин в лампу, которая работает на керосине, это может привести к взрыву во время работы. Чтобы из лампы при нагревании не вытекало горючее, ее резервуар заполняют не более чем на $\frac{2}{3}$ объема. Вблизи открытого огня не разрешается наливать в лампу горючее, выливать его, отвертывать пробку или разбирать лампу, так как случайная искра может вызвать взрыв резервуара или воспламенение горючего. Чтобы разжечь лампу, необходимо разогреть ее горелку, при этом нельзя подавать горючее через горелку. После разжигания горелки лампу умеренно накачивают, а затем гасят, перекрывая доступ горючего к горелке. Давление из резервуара лампы спускают через сливную пробку при погашенной лампе после полного остывания горелки.

Работа с газовыми горелками. Этот вид работ производят рабочие в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие специальное техническое обучение. До начала работ проверяют исправность баллонов и их вентиляей, а также наличие паспортов со сроками периодических испытаний баллонов. Для проверки в установке утечки газа вентиля или места присоединения шлангов покрывают мыльной эмульсией. Проверять места утечки огнем запрещается. Вентиль открывают плавно на $\frac{1}{3}$ оборота, после чего регулируют пламя газовой горелки.

§ 58. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРИ РЕМОНТЕ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Ремонт кабельных линий проводят по наряду не менее чем два монтера, один из которых имеет квалификационную группу не ниже III. Кабельную линию перед ремонтом отключают с обеих сторон. Затем на концах кабельной линии проверяют отсутствие напряжения, накладывают на них заземление и вывешивают предупредительные плакаты.

Так как место ремонтных работ находится, как правило, вдали от заземленных концов кабельной линии, среди

рядом лежащих в траншее кабелей, находящихся под напряжением, нельзя безошибочно определить отключенный на время ремонта кабель. Также с помощью указателя напряжения нельзя отличить отключенный кабель от кабелей, находящихся под напряжением. Это объясняется тем, что электромагнитное поле кабелей, находящихся под напряжением, экранировано металлической оболочкой, поэтому оно не может воздействовать на указатель напряжения. Поврежденный кабель отыскивают специальным прибором — кабелеискателем или по маркировке.

Вскрытие муфт, разрезание кабелей. После того как найдена поврежденная муфта и участок кабеля, необходимо убедиться в отсутствии на них напряжения. Надо исходить из того, что маркировка могла быть ошибочной, а показания кабелеискателя неправильны. Поэтому, прежде чем разрезать кабель или вскрыть муфту, необходимо проколоть кабель специальным приспособлением, состоящим из изолирующей штанги и стальной иглы, или режущим наконечником и убедиться в отсутствии на нем напряжения. До прокола предварительно заземляют металлическую часть специального приспособления, присоединяя его гибким проводом к стационарному или временному заземлителю.

Прокалывание кабеля производит ответственный руководитель, допускающий или производитель работы под их наблюдением. При этом соблюдают следующие меры безопасности: закрывают кабель защитным экраном, надевают предохранительные очки и диэлектрические перчатки и становятся на изолирующее основание сверху траншеи, как можно дальше от прокалываемого кабеля. Только после прокалывания членам бригады разрешается приступать к разрезанию кабеля или вскрытию муфты. В кабельных сооружениях устройство для прокола должно иметь дистанционное управление.

Ремонт концевых муфт и заделок. Перед началом ремонта кабель отключают с двух сторон и заземляют его с той стороны, с которой не производятся работы. Если несколько кабелей соединяют параллельно на общей сборке, при ремонте заземляют ремонтируемый кабель (с противоположного муфте и заделки конца) и общую сборку, которую также отключают от всех источников питания.

Перемещение кабелей и муфт. Кабели и муфты, как правило, перемещают после отключения кабельной ли-

нии и разрядки жил от остаточного заряда. Остаточный заряд стекает в землю от прикосновения к каждой жиле кабеля заземленной штангой. В необходимых случаях допускается перемещать кабель, находящийся под напряжением, при соблюдении дополнительных мер безопасности. Электромонтеры, имеющие опыт по прокладке кабелей, производят работу по наряду. Перекладывать и перемещать находящийся под напряжением кабель температура которого ниже 5°C , не разрешается из-за повышенной хрупкости его изоляции.

Если на перемещаемом участке кабеля имеются муфты, их предварительно укрепляют хомутами на досках таким образом, чтобы они не смещались, а кабель не изгибался и около муфты не натягивался.

Работы выполняют в диэлектрических перчатках, поверх перчаток для защиты их от механических повреждений надевают брезентовые рукавицы, которые должны быть короче диэлектрических перчаток.

Работа в колодцах и туннелях. В колодцах и туннелях могут скапливаться горючие или вредные газы, поэтому крышки колодцев открывают осторожно, чтобы не получилось искры от ударов инструментом. Запрещается применять лом, кувалду и подобные им инструменты при открывании второй (внутренней) крышки колодца. Прежде чем спускаться в колодцы и туннели, переносным газоанализатором проверяют, нет ли в них газа. Использовать для проверки наличия газа открытый огонь запрещается, так как это может привести к взрыву. Для вытеснения вредных газов в колодцы до начала работы вентилятором или компрессором нагнетают свежий воздух.

При работе в туннеле открывают два люка или двери. При длительных работах в колодцах, туннелях и коллекторах работающие делают перерыв в работе и выходят на свежий воздух.

В коллекторах и туннелях особую осторожность соблюдают при работе с газовыми горелками, паяльными лампами и жаровнями (см. § 57). Паяльные лампы разжигают, а состав и припой разогревают вне кабельных сооружений. Разогретый состав и расплавленный припой опускают в колодец в специальной закрытой посуде, прикрепленной карабином к металлическому тросику.

При работе в колодцах, туннелях и коллекторах в качестве светильников используют переносные аккумуляторные фонари и лампы с защитной сеткой напряжением

12 В. Перед отысканием места повреждения кабеля прожиганием из колодцев, туннелей и коллекторов удаляют работающих. После прожигания кабеля для предотвращения пожара колодцы, туннели и коллекторы тщательно осматривают.

Осмотр кабелей в колодцах и туннелях и работы на кабелях производят по наряду не менее чем два электромонтера, один из которых имеет III квалификационную группу. Последний может работать в колодце самостоятельно при условии, что второй электромонтер дежурит у открытого люка. Если в колодце может быть газ, электромонтер обязан пользоваться шланговым противогазом.

После окончания ремонтных или монтажных работ силовой кабель иногда испытывают в действующих электроустановках.

Бригада, состоящая из двух человек (один — производитель работ — должен иметь квалификацию не ниже IV группы, а второй — не ниже III) производит испытания.

При испытаниях кабеля, если противоположный конец его расположен в запертой камере, ячейке РУ или помещении, на дверях или ограждении вывешивают плакат: «Стоять! Под напряжением». Если двери этих камер, ячеек и помещений не заперты либо испытанию подвергается ремонтируемый кабель с разделанными на трассе концами, у дверей или концов кабеля выставляют охрану из включенных в наряд лиц. Кенотронную установку включают после того, как все присутствующие при испытании предупреждены.

По окончании испытания каждую жилу кабеля заземляют через кенотронную установку для отвода накопленного заряда в землю.

§ 59. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ И НА ПОДСТАНЦИЯХ

В комплектных распределительных устройствах (КРУ) токопроводящие части закрыты сплошными металлическими ограждениями. При этом втычные контакты, с помощью которых осуществляется подключение выкатных тележек к шинам РУ, закрываются автоматическими шторками, как только тележку начинают выкачивать, или дверцами.

Для проведения работ на оборудовании выкатной тележки, на оборудовании, установленном в отсеке КРУ, и на кабеле тележку полностью выкатывают, запирают автоматические шторы (или дверцы) и вывешивают на ячейке плакат «Не включать — работают люди!»

Если работы проводят в самом отсеке, на верхнюю штору вывешивают плакат «Стой — высокое напряжение!». На кабели, по которым возможна подача напряжения в ячейку, после проверки отсутствия напряжения накладывают заземление, а затем вывешивают плакат «Работать здесь». Ремонт выключателя и расположенного на выкатной тележке оборудования обычно выполняют вдали от ячеек и находящихся под напряжением токопроводящих частей.

Если по условиям проведения работы на размещенных внутри шкафа КРУ реле, измерительных приборах, сборках зажимов, проводах и коммутационной аппаратуре выкатка тележки не требуется, на месте работ вывешивают плакат «Работать здесь», а на рукоятке фиксации тележки или дверцах — «Не включать — работают люди». Выкатка тележки и обратная ее установка являются операциями по отключению и включению оборудования, поэтому их производит только оперативный персонал, имеющий IV квалификационную группу.

Для включения на параллельную работу трансформаторов, линий и кабелей необходима их предварительная фазировка, т. е. определение одноименных фаз, подлежащих соединению. Фазировку производят на отключенных разъединителях, выключателях или кабелях, отсоединенных от линейных разъединителей, два рабочих, имеющих III и IV квалификационные группы. Фазировку выполняет оперативный персонал или работники лаборатории под его наблюдением и по его распоряжению. Без участия оперативного персонала фазировку производят по наряду.

Перед началом работы необходимо одеть головной убор, диэлектрические перчатки, очки и плотно застегнуть одежду. Стоять следует устойчиво на изолирующем основании и не касаться стен или заземленных частей установки.

Перед фазировкой проверяют напряжение на всех шести зажимах от обоих источников питания: при напряжении до 220 В — токоискателем; выше 220 В — указателем напряжения с дополнительным резистором. При фазировке одним щупом указателя напряжения при-

касаются к токоведущему проводу какой-либо фазы, а другим с дополнительным резистором — к другому источнику той же фазы. При совпадении одноименных фаз лампы светиться не будут, так как отсутствует разность потенциалов. Если фазы перепутаны, указатель покажет наличие напряжения. Тогда фазировку исправляют только после полного снятия с электроустановки напряжения и выполнения других необходимых мер безопасности.

Указатель напряжения, используемый при фазировке, должен быть рассчитан на двойное рабочее напряжение фазлируемых цепей или иметь соответствующий дополнительный резистор.

Пусконаладочные работы и испытания повышенным напряжением производит по наряду бригада, состоящая из двух человек — производителя работ (старшего), имеющего IV квалификационную группу, и рабочего, имеющего III квалификационную группу. В том случае, если испытательное напряжение подается от стационарной кенотронной установки, испытания выполняет оперативный персонал.

Допуск к подготовительным работам и испытаниям производят только после сдачи нарядов всеми другими бригадами, работавшими на испытываемом оборудовании.

Сборку схем для испытания осуществляют при снятом напряжении. Корпуса оборудования и аппаратуры испытательной установки заземляют. Минимально допустимые расстояния от частей оборудования и шин, находящихся под испытательным напряжением, до токоведущих частей, находящихся под рабочим напряжением, должны быть 150, 200, 250, 500 мм при номинальном напряжении установки до 10, 15, 20, 35 кВ соответственно.

Если соединительные провода расположены вне помещений установок напряжением выше 1000 В (коридоры, лестницы и др.), независимо от имеющихся ограждений во время испытаний ставят охрану из одного или нескольких человек. Перед подачей испытательного напряжения члены бригады должны находиться на своих рабочих местах. Посторонние лица удаляются в безопасную зону по указанию производителя работы.

Производитель работы предупреждает работников бригады словами «Даю напряжение» и снимает с высоковольтного вывода заземление, после чего включает рубильник питания испытательной установки. После испытания изоляции повышенным напряжением производи-

тель работы снижает его на испытательной установке, отключает рубильником питание, заземляет или дает распоряжение о заземлении высоковольтного вывода и после наложения заземления дает команду «Напряжение снять».

Наложение заземления на испытуемое оборудование необходимо для снятия остаточного заряда после испытания. Наложение и снятие заземления, подключение и отсоединение проводов от испытательной установки выполняет оперативный персонал — один человек в диэлектрических перчатках.

Оборудование при наладочных работах опробуют после того, как из зоны работы удалены посторонние лица.

Наладчики подают оперативный ток на схемы управления, защиты и сигнализации только на время опробования, а затем снимают предохранители оперативного тока и хранят их до пуска или включения оборудования.

Вторичные обмотки трансформаторов тока оставляют закороченными до проверки правильности монтажа цепей персоналом службы защиты.

§ 60. РАБОТА НА ВЫСОТЕ

К работам на высоте относятся такие работы, при которых рабочий находится выше 1 м от уровня земли, пола или настила.

Для обеспечения нормальных и безопасных условий электромонтажных работ на высоте следует применять специальные устройства (леса, подмости, лестницы и др.).

Запрещается использовать неисправные лестницы и леса, а также случайные предметы (ящики, бочки и др.), не предназначенные для этой цели.

При монтаже осветительных и силовых сетей с кранов открытые токоведущие части, находящиеся под напряжением, ограждают во избежание случайного прикосновения к ним людей и монтируемых материалов.

Монтажные операции с действующего крана выполняют только при его остановке и полном отключении. На эти работы выдают наряд-допуск.

Людей, находящихся на мосту или в подвесной люльке, заранее предупреждают о начале движения крана или тележки особыми сигналами.

До начала передвижения крана всех рабочих удаляют с установленных на нем подмостей, вышек на предназначенные для них безопасные места на мосту. Разрешение на передвижение крана дается после выполнения настоящего требования.

Поднятые наверх материалы и изделия для монтажа необходимо закреплять или складировать так, чтобы была исключена возможность их падения.

Передвижные вышки, применяемые при монтажных работах, должны иметь площадки, обеспечивающие работу на них не менее двух человек.

Если работы (кроме складских операций) ведут на высоте более 5 м и невозможно или нецелесообразно устраивать настилы с ограждением, то рабочих снабжают предохранительными поясами. Без таких поясов рабочие к работе не допускаются.

Места закрепления карабина предохранительного пояса заранее указываются бригадиром или мастером.

Предохранительные пояса, выдаваемые рабочим, должны иметь паспорта и через каждые 6 мес испытываться на статическую нагрузку 2250 Н (225 кгс) в течение 5 мин. На предохранительном поясе обозначают номер пояса и дату его последующего испытания, которые регистрируют в специальном журнале.

§ 61. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Кабель, открыто проложенный в туннелях, каналах, кабельных подвалах, РУ, является особо опасным источником и носителем пожара. Поэтому протяженные кабельные туннели должны иметь по длине поперечные перегородки с автоматически запирающимися проемами. Пожар может возникнуть из-за воспламенения кабеля или соединительных муфт при электрических авариях или из-за воспламенения горючих материалов, находящихся в кабельных сооружениях. Монтаж и эксплуатация кабельных линий связаны с применением следующих веществ, создающих опасность возникновения пожаров: легко воспламеняющихся жидкостей, например бензина с температурой вспышки паров 30 °С и керосина с температурой вспышки паров 45 °С; кабельных составов с температурой вспышки 185—230 °С; сжиженного пропан-бутана и др. С целью предупреждения пожара в действующих сооружениях должны быть проведены профилактические мероприятия.

Защита от возгорания соединительных муфт. Как правило, избегают установки муфт в кабельных сооружениях. Допускают установку муфт в тех случаях, когда строительная длина кабеля меньше длины туннеля или канала. Каждую эпоксидную соединительную муфту укладывают на отдельной полке опорных конструкций и заключают в защитный противопожарный кожух (рис. 118), который отделяют от верхних и нижних кабелей по всей ширине полок защитными перегородками.

Кожухи для установки на вновь смонтированные муфты изготовляют неразъемными (рис. 118, а), а для установки на муфты, находящиеся в эксплуатации, — разъемными. Кожух состоит из стальной трубы с проложенным внутри листовым асбестом. По краям кожуха имеются асбоцементные заглушки, одна из которых не закреплена.

В момент короткого замыкания в муфте может возникнуть пламя, под давлением которого отбрасывается заглушка и кожух не прогорает. В результате этого ослабленное пламя направляется вдоль кабеля и исключается возможность возникновения пожара. Применение асбоцементных труб в качестве противопожарной защиты для соединительных муфт не допускается.

Общие меры противопожарной профилактики. На время работы с открытым огнем необходимо поставить вблизи места работы огнетушители или ящики с сухим песком и металлический ящик с крышкой для сбора отходов от разделки кабеля.

В кабельных сооружениях не должны находиться горючие материалы, так как они, как правило, являются причиной возникновения пожара. Электрическое освеще-

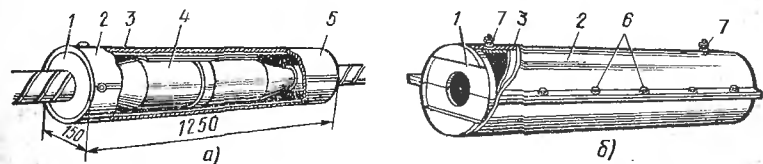
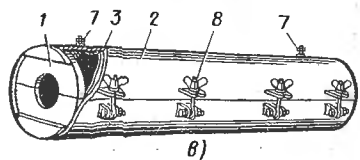


Рис. 118. Защитные кожухи для муфт в кабельных сооружениях: а — К, б — КСР_о, в — КСР_ш; 1, 5 — закрепленная и не закрепленная асбоцементные заглушки, 2 — стальная труба, 3 — листовый асбест, 4 — эпоксидная соединительная муфта, 6 — болты, 7 — болт для заземления, 8 — винты с гайкой



ние в кабельных сооружениях должно быть всегда исправным, а вентиляция снабжена запирающимися снаружи шиберами. При прокладке кабелей внутри сооружений и помещений с них удаляют наружный покров. Необходимо регулярно контролировать герметичность всех элементов газовой установки. Вне охраняемой территории входы и люки кабельных сооружений должны запираяться.

Средства и способы тушения пожаров. Основными средствами тушения пожаров в кабельных сооружениях являются переносные углекислые огнетушители, ящики с песком и лопаты. Для протяженных туннелей применяют один огнетушитель и ящик с песком на 100 м длины.

Огнетушители размещают при входе в кабельное сооружение в местах свободного доступа и подвешивают вертикально для быстрого снятия. Над огнетушителем на стене вывешивают надпись: «Место для огнетушителя», плакат с правилами пользования огнетушителем, а также устанавливают электрическую лампочку, ящики емкостью 0,5 м³ с сухим мелко просеянным песком, окрашенные в красный цвет. На крышке ящика должна быть надпись: «Песок на случай пожара». Для тушения легко воспламеняющейся жидкости на полу необходимо быстро засыпать пламя песком, не оставляя отдельных язычков пламени, так как пожар может возобновиться. При пожаре сжиженного газа вентиль на баллоне закрывают и поливают его холодной водой, чтобы уменьшить в нем давление газа.

Для тушения пламени сжиженным газом сухой огнетушитель приводят в действие только непосредственно у места пожара; при этом струю направляют снизу вверх. Если пожар возник в открытом сосуде с легко воспламеняющейся жидкостью, струю порошка направляют параллельно горячей поверхности.

Во время работы с открытым огнем для ограждения работающих кабелей пользуются листами асбеста, двумя огнетушителями (и более), ведром с сухим песком, войлоком или брезентом размером 2 × 2 м. Покрывая горящую поверхность войлоком или брезентом, отделяют пламя от окружающего воздуха и тушат пожар.

Для ликвидации пожара при воспламенении концевой муфты или заделки отключают всю ячейку РУ. Средствами пожаротушения в этом случае может быть песок или сухой огнетушитель. Пожар, возникший на кабель-

ной эстакаде и полузакрытой галерее, как правило, не распространяется вдоль кабельной трассы, поэтому на них отменена установка разделительных асбоцементных перегородок между рядами параллельно уложенных кабелей. Если кабельный канал загрязнен горючими материалами, закрыт деревянными щитами и с кабеля не сняты наружные покрытия, то возможность развития пожара при воспламенении кабеля увеличивается. В этом случае отключают воспламенившийся кабель или группу кабелей.

После вскрытия плит пламя тушат песком, землей и сухими огнетушителями. При тушении пожаров в кабельном колодце пользуются преимущественно сухими огнетушителями или заполняют колодец водой. Тушение пожара в кабельном туннеле является сложной и опасной операцией из-за наличия большого количества действующих кабелей, едких газов и дыма.

При загорании кабеля или группы кабелей их отключают, закрывают отсеки, приточную вентиляцию и тушат пламя песком или сухими огнетушителями, принимая меры против распространения огня по длине туннеля. При развившемся пожаре туннель полностью заливают водой. Для успешной борьбы с пожарами необходимы знания правил пожаротушения и обращения с противопожарными средствами.

Контрольные вопросы

1. Каковы меры безопасности при монтаже муфт?
2. Каковы меры безопасности при прокладке кабелей?
3. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при выполнении земляных работ?
4. Какие профилактические меры необходимо соблюдать для исключения пожаров в кабельных сооружениях?