

Архитектурные и конструктивные меры по утеплению зданий в свете требований коммунальной реформы.

Приёмы, применяемые в новом строительстве и при реконструкции. Утепление наружных стен.

1. Нормативные требования к ограждающим конструкциям зданий. Действующее законодательство в области энергетической эффективности зданий и сооружений.

1.1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений.

Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (Федеральный закон от 30 декабря 2009 года № 384–ФЗ, Статья 3. Сфера применения настоящего Федерального закона) устанавливает следующие минимально необходимые требования к зданиям и сооружениям, в том числе требования:

- 1) механической безопасности;*
- 2) пожарной безопасности; (...)*
- 7) энергетической эффективности зданий и сооружений;*

Статья 10. Требования безопасных для здоровья человека условий проживания и пребывания в зданиях и сооружениях

2. Здание или сооружение должно быть спроектировано и построено таким образом, чтобы в процессе эксплуатации здания или сооружения *обеспечивались безопасные условия для проживания и пребывания человека* в зданиях и сооружениях по следующим показателям: (...)

- б) микроклимат помещений;*
- 7) регулирование влажности на поверхности и внутри строительных конструкций;*

Статья 13. Требования энергетической эффективности зданий и сооружений

Здания и сооружения должны быть спроектированы и построены таким образом, чтобы в процессе их эксплуатации *обеспечивалось эффективное использование энергетических ресурсов и исключался нерациональный расход таких ресурсов.*

Статья 25. Требования к обеспечению защиты от влаги

1. В проектной документации здания и сооружения должны быть предусмотрены конструктивные решения, обеспечивающие (...)

3) недопущение образования конденсата на внутренней поверхности ограждающих строительных конструкций, за исключением светопрозрачных частей окон и витражей.

Статья 29. Требования к микроклимату помещения

1. *В проектной документации здания или сооружения должны быть определены значения характеристик ограждающих конструкций и приняты конструктивные решения, обеспечивающие соответствие расчётных значений следующих теплотехнических характеристик требуемым значениям, установленным исходя из необходимости создания благоприятных санитарно-гигиенических условий в помещениях:*

1) сопротивление теплопередаче ограждающих строительных конструкций здания или сооружения;

2. Наряду с требованиями, предусмотренными частью 1 настоящей статьи, в проектной документации здания или сооружения должны быть предусмотрены *меры по предотвращению перувлажнения ограждающих строительных конструкций, накопления влаги на их поверхности и по обеспечению долговечности этих конструкций.*

4. *Расчётные значения должны быть определены с учётом назначения зданий или сооружений, условий проживания или деятельности людей в помещениях.* Учёту подлежат также избытки тепла в производственных помещениях.

Статья 34. Требования к строительным материалам и изделиям, применяемым в процессе строительства зданий и сооружений.

1. *Строительство здания или сооружения должно осуществляться с применением строительных материалов и изделий, обеспечивающих соответствие здания или сооружения требованиям настоящего Федерального закона и проектной документации.*

2. *Строительные материалы и изделия должны соответствовать требованиям, установленным в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании.*

1.2. Перечень национальных стандартов и сводов правил.

Правительство Российской Федерации, в соответствии с частью 1 статьи 6 Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», Постановлением от 26 декабря 2014 г. № 1521 года утвердило **«Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»»** (...)

35. СП 50.13330.2012 «СНиП 23–02–2003 «Тепловая защита зданий». Разделы 1, 4 (пункты 4.3, 4.4), 5 (пункты 5.1, 5.2, 5.4–5.7), 6 (пункт 6.8), 7 (пункт 7.3), 8 (подпункты «а» и «б» пункта 8.1), 9 (пункт 9.1), приложение Г.

38. СП 54.13330.2011 «СНиП 31–01–2003 «Здания жилые многоквартирные». Разделы 1 (пункт 1.1), 4 (пункты 4.3 – 4.7, абзацы третий – шестой пункта 4.8, пункты 4.9 – 4.12), 5 (пункты 5.5, 5.8), 6 (пункты 6.2, 6.5, 6.6 – 6.8), 7 (пункты 7.1.2, 7.1.4 – 7.1.14, абзац второй пункта 7.1.15, пункты 7.2.1 – 7.2.15, 7.3.6 – 7.3.10, 7.4.2, 7.4.3, 7.4.5, 7.4.6), 8 (пункты 8.2 – 8.7, 8.11 – 8.13), 9 (пункты 9.2 – 9.4, 9.6, 9.7, 9.10 – 9.12, 9.16, 9.18 – 9.20, 9.22, 9.23, 9.25 – 9.28, 9.31, 9.32.), 10 (пункт 10.6), 11 (пункты 11.3, 11.4)

1.3. СП 50.13330.2012 «СНиП 23–02–2003» Тепловая защита зданий»

Область применения

Настоящий свод правил распространяется на проектирование тепловой защиты строящихся или реконструируемых жилых, общественных, производственных, сельскохозяйственных и складских *зданий общей площадью более 50 м²* (далее – зданий), в которых необходимо поддерживать определённый температурно-влажностный режим.

5 Тепловая защита зданий.

5.1 Теплозащитная оболочка здания должна отвечать следующим требованиям:

- а) *приведённое сопротивление теплопередаче* отдельных ограждающих конструкций должно быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования);
- б) *удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения* (комплексное требование);
- в) *температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций* должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно–гигиеническое требование).

Требования тепловой защиты здания будут выполнены при одновременном выполнении требований п. п. а), б) и в).

5.2 Нормируемое значение приведённого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, $R_0^{\text{норм}}$, (м²·°С)/Вт, следует определять по формуле

$$R_0^{\text{норм}} = R_0^{\text{тр}} m_p, \quad (5.1)$$

где:

$R_0^{\text{тр}}$ – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, м²·°С/Вт, следует принимать в зависимости от градусо–суток отопительного периода, °С×сут/год, региона строительства и определять по таблице 3;

m_p – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства.

Таблица 3 – Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Здания и помещения, коэффициенты a и b	Градусо-сутки отопительного периода, °С · сут/год	Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче R_0^{TP} , (м ² ·°С)/Вт, ограждающих конструкций				
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами	Перекрытий чердачных над неотапливаемыми подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей, витрин и витражей	Фонарей
1	2	3	4	5	6	7
1 Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55	
a	–	0,00035	0,0005	0,00045	–	0,000025
b	–	1,4	2,2	1,9	–	0,25
2 Общие, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимом	2000	1,8	2,4	2,0	0,3	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5
12000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55	
a	–	0,0003	0,0004	0,00035	0,00005	0,000025
b	–	1,2	1,6	1,3	0,2	0,25
3 Производственные с сухим и нормальным режимами*	2000	1,4	2,0	1,4	0,25	0,2
	4000	1,8	2,5	1,8	0,3	0,25
	6000	2,2	3,0	2,2	0,35	0,3
	8000	2,6	3,5	2,6	0,4	0,35
	10000	3,0	4,0	3,0	0,45	0,4
12000	3,4	4,5	3,4	0,5	0,45	
a	–	0,0002	0,00025	0,0002	0,000025	0,000025
b	–	1,0	1,5	1,0	0,2	0,15
Примечания						
1 Значения R_0^{TP} для величин ГСОП, отличающихся от табличных, следует определять по формуле						
$R_0^{TP} = a \cdot \text{ГСОП} + b$,						
где ГСОП – градусо-сутки отопительного периода, °С · сут/год, для конкретного пункта;						
a, b – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий, за исключением графы 6, для группы зданий в поз. 1, где для интервала до 6000 °С · сут/год: $a = 0,000075$, $b = 0,15$; для интервала 6000–8000 °С · сут/год: $a = 0,00005$, $b = 0,3$; для интервала 8000 °С · сут/год и более: $a = 0,000025$; $b = 0,5$.						
2 Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше нормируемого значения приведенного сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих конструкций.						
3* Для зданий с избытками явной теплоты более 23 Вт/м ³ , нормируемые значения приведенного сопротивления теплопередаче, должны определяться для каждого конкретного здания.						

5.7 Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции (за исключением вертикальных светопрозрачных конструкций, т.е. с углом наклона к горизонту 45° и более) **в зоне теплопроводных включений, в углах и оконных откосах, а также зенитных фонарей должна быть не ниже точки росы внутреннего воздуха.**

8.1 Защита от переувлажнения ограждающих конструкций должна обеспечиваться путём проектирования ограждающих конструкций с сопротивлением паропрооницанию внутренних слоёв не менее требуемого значения, определяемого расчётом одномерного влагопереноса (осуществляемому по механизму паропроницаемости).

Сопротивление паропрооницанию, ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения должно быть не менее наибольшего из следующих требуемых сопротивлений паропрооницанию:

- а) требуемого сопротивления паропрооницанию (из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации)
- б) требуемого сопротивления паропрооницанию (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха).

1.4. СП 54.13330.2011 «СНиП 31–01–2003 «Здания жилые многоквартирные».

9.18 Наружные ограждающие конструкции здания должны иметь теплоизоляцию, изоляцию от проникновения наружного холодного воздуха и пароизоляцию от диффузии водяного пара из помещений, обеспечивающие:

- требуемую температуру и отсутствие конденсации влаги на внутренних поверхностях конструкций внутри помещений;
- предотвращение накопления излишней влаги в конструкциях.

Разница температур внутреннего воздуха и поверхности конструкций наружных стен при расчётной температуре внутреннего воздуха должна соответствовать требованиям СП 50.13330.

2. Фаса́д (фр. *Façade* – передний, лицевая сторона здания) – наружная, лицевая сторона здания. Различают главный, боковой, задний фасады, также уличный и дворовый.

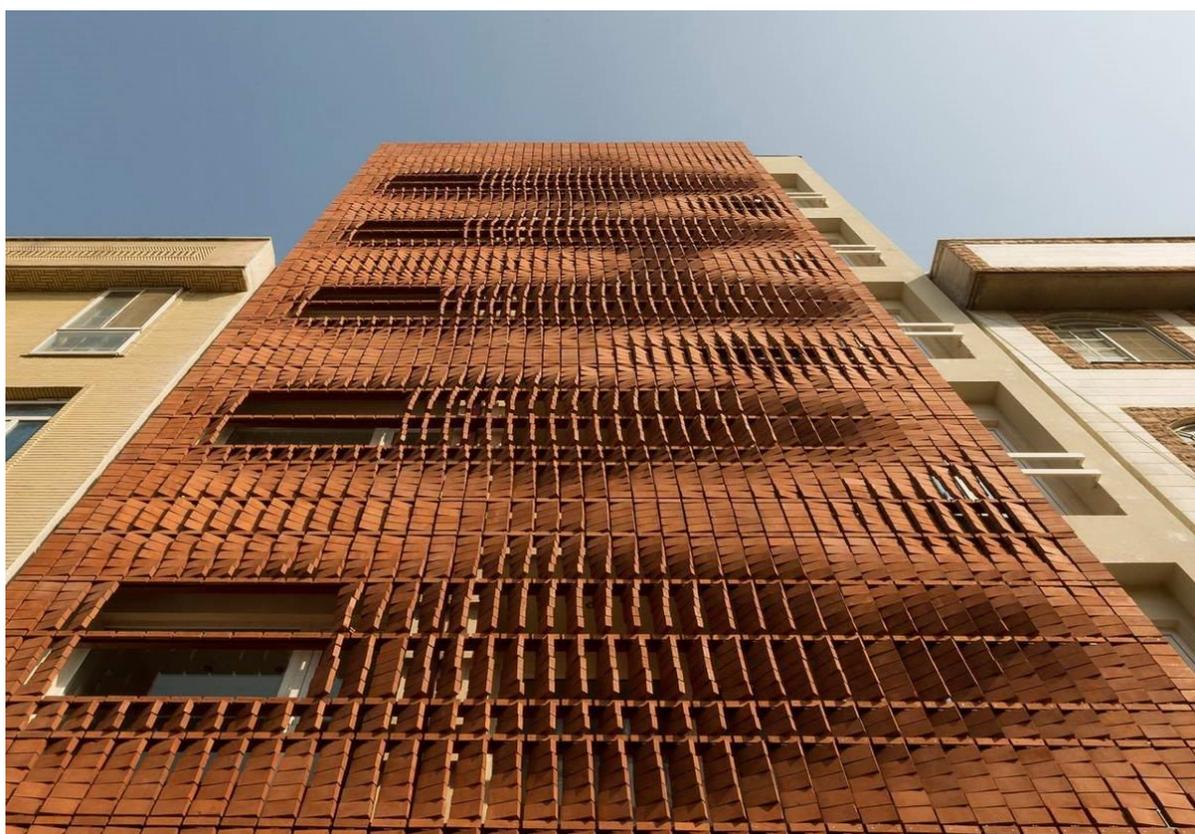
Наружные стены зданий и сооружений могут быть:

- несущими;
- ненесущими:
 - навесными;
 - самонесущими.

При выполнении фасадов применяются такие материалы как бетон, камень, сайдинг, панели, штукатурка, металлические кассеты, облицовочный кирпич и другие материалы.

В зависимости от типа здания, её несущего остова и функционального назначения наружных стен ***фасады зданий могут быть:***

- кирпичными или каменными;



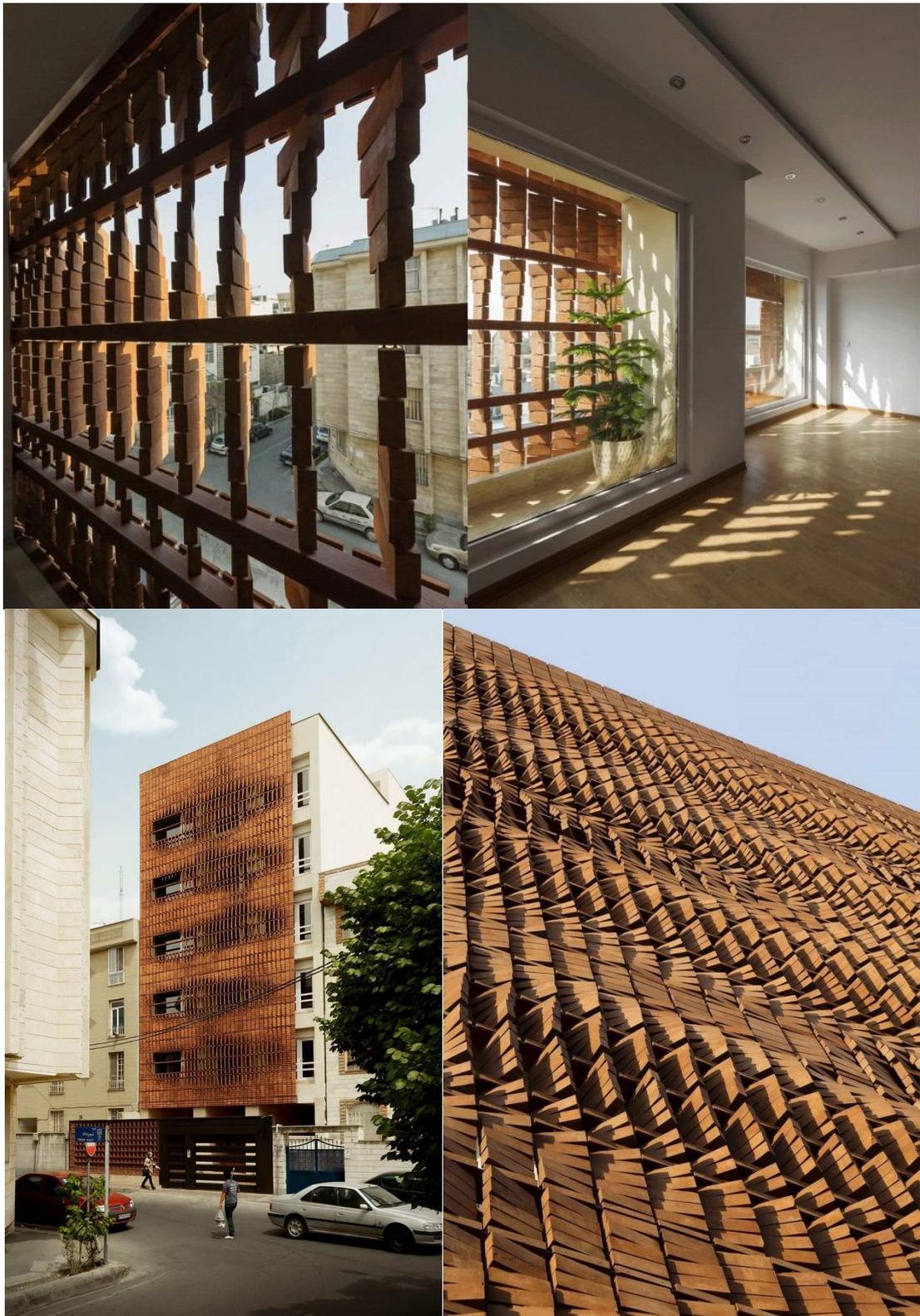


Рис 1. Кирпичный фасад многоэтажного здания в Тегеране, Иран (Архитекторы: Admun Design & Construction Studio, Shobeir Mousavi, Amir Reza Fazel, 2015 г.)

- сборными или монолитными бетонными;
- **штукатурными** (теплоизоляционными композиционными системами с наружными штукатурными слоями);
- **навесными с облицовкой**:
 - керамогранитом;
 - фиброцементными панелями;
 - металлическими кассетами, в том числе:
 - перфорированные фасады;
 - динамические (кинетические) фасады;
 - фасады жалюзи;
 - трёхмерные панели и др.;

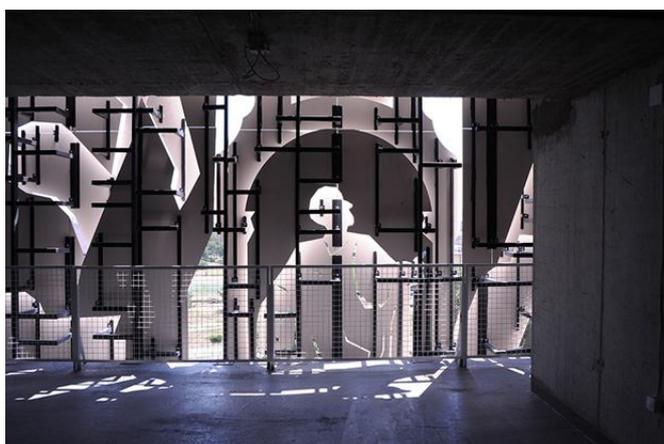


Рис. 2. Здание для автомобильной стоянки в городе Скопье (Македония), Архитектурная студия PRAG совместно с дизайнером Milan Mijalkovic. Фасад состоит из последовательно нанесённых четырёх слоёв панелей, которые были изготовлены при помощи лазерной резки.

- **навесными вентилируемыми с облицовкой:**
 - керамогранитом;
 - фиброцементными отделочными панелями;
 - металлокассетами;
 - на кронштейнах из нержавеющей стали, лицевым кирпичом или другими мелкоштучными материалами и др.
- фасады жалюзи;
- динамическими и кинетическими;



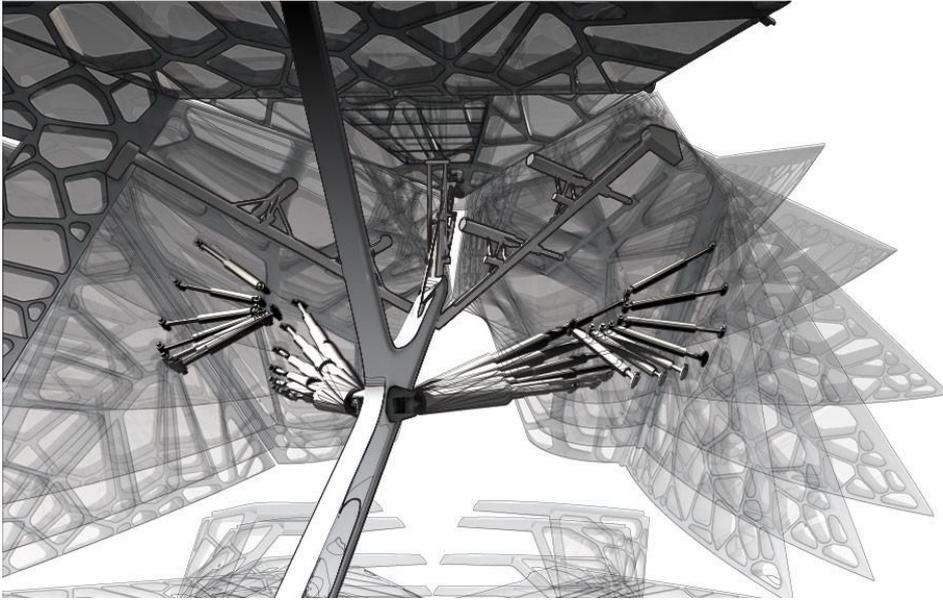


Рис. 3. Кинетический фасад выставочного центра штаб-квартиры Zoomlion (проект), г. Чанша провинции Хунань Китай (архитекторы: Калифорнийское бюро amphibianArc). Выставочный центр имеет в общей сложности четыре этажа (площадь застройки 3100 м²), общая площадь 10074.90 м², высота здания 26 м. Наружная оболочка содержит множество частей, которые могут быть открыты или закрыты, чтобы имитировать различные формы животных. От простого прямоугольного ящика в качестве начального состояния, северный фасад превращается в орла или бабочку, на юге сворачивается в плавающую лягушку.

- ***навесными светопрозрачными:***

- **по конфигурации:**

- прямоугольные;
- трапециевидные;
- арочные; круглые.

- **по геометрии в плане:**

- плоские;
- сегментные;
- гнутые.

- **по способу установки:**

- в строительный проем;

- навесные (с креплениями по несущим перекрытиям, фахверкам).
- **по несущей способности:**
 - самонесущие;
 - по несущему каркасу.
- **по теплотехническим характеристикам:**
 - без терморазрыва («холодные» фасады);
 - с терморазрывом («тёплые» фасады).

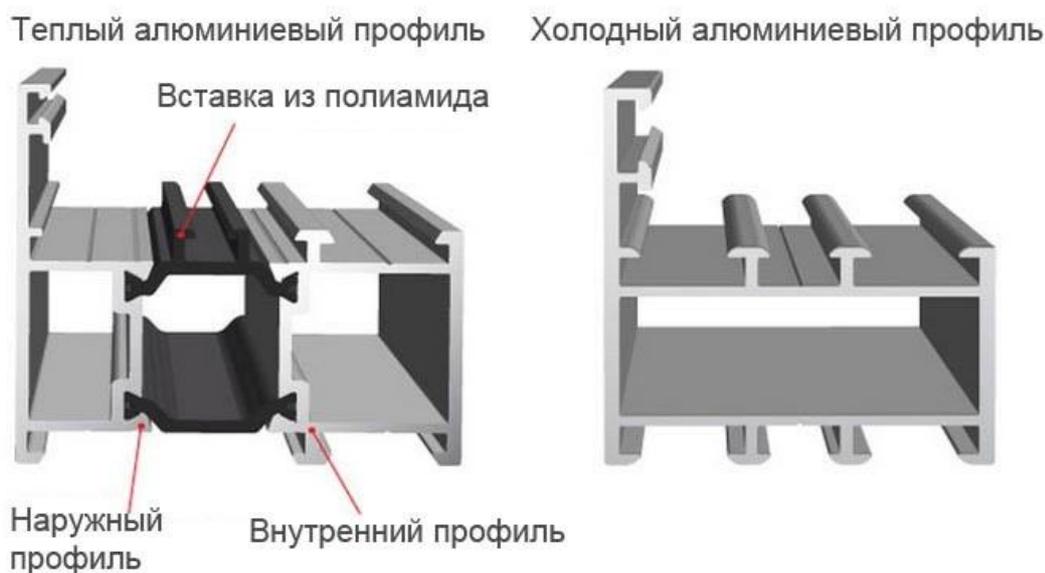


Рис. 4. «Тёплый» и «холодный» алюминиевый профиль.

- **по вариантам заполнения проёмов конструкции:**
 - с листовым стеклом;
 - со стеклопакетами;
 - с непрозрачными панелями.
- **по способу монтажа:**
 - стоечно–ригельные;
 - модульные.
- **по способу закрепления стеклопакета (стекла):**
 - стандартные;
 - структурные;
 - полуструктурные и др.

- **комбинированными**, состоящими из различных конструктивных решений.

2.1. Штукатуренные фасады.

Штукатурные фасады ещё носят условное название «мокрые штукатурные фасады» так как в процессах, применяемых при производстве фасадных работ, используется вода.

Конструкция штукатурного фасада представляет собой в разрезе многослойную схему.

Технология монтажа штукатурных фасадов применима на наружных поверхностях из сборного или монолитного бетона разных видов, а также кладки из природных или искусственных камней (кирпича, блоков).

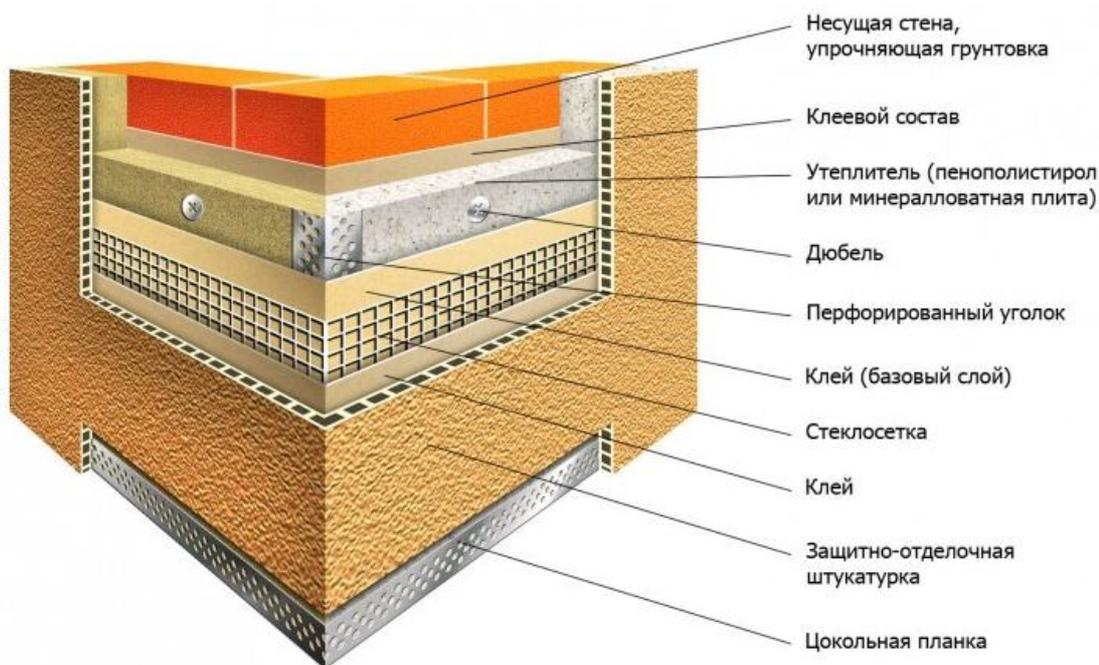


Рис. 5. Штукатурный фасад.

Как и каждая технология или конструкция, система утепления фасада штукатурного типа имеет свои ограничения:

- сезонность выполнения работ, т.к. данная технология предполагает наличие мокрых процессов, которые могут проводиться только в тёплую погоду (до +5°C);

- возможно выполнение части работ (приклейка утеплителя, дублирование и армирование) в зимний период с использованием тепловых завес; однако окончательную отделку, во всех случаях, следует осуществлять в тёплое время года.

Штукатуренные фасады подразделяются на:

- фасады с тонким штукатурным слоем;
- фасады с толстым штукатурным слоем.

Система утепления фасада «мокрого типа» состоит из двух основных компонентов:

- **теплоизоляционные плиты** – основа системы;
- **штукатурный слой** – декоративно–отделочный штукатурный слой;

Для устройства отделочного слоя используется фасадная штукатурка, которая делится на 4 категории:

- минеральные штукатурки на основе цемента;
- акриловые фасадные штукатурки на основе акриловых смол;
- силикатные штукатурки на основе «жидкого» калийного стекла;
- силиконовые штукатурки на основе силиконовых смол/

Сравнение физических характеристик штукатурок.

тип состава	механические воздействия	атмосферные осадки	солнечное излучение	низкая температура	загрязнения	
минеральная	yellow	green	red	red	green	
акриловая	red	red	yellow	yellow	yellow	
силикатная	green	green	green	green	green	
силиконовая	green	red	red	yellow	red	
	red	высокая сопротивляемость к воздействию				
	green	умеренная сопротивляемость				
	yellow	низкая сопротивляемость				

Теплоизоляционные плиты для систем штукатурных фасадов бывает 2–х типов на базе:

- плит из минеральной ваты;
- пенополистирольных плит.

2.1.1. Минераловатная плита – теплоизоляционный материал из базальтового волокна на синтетическом связующем с гидрофобными добавками. Используется для устройства теплоизоляционного слоя и противопожарных рассечек в теплоизоляционном слое из пенополистирольных плит.

Для применения в фасадных системах используются минераловатные плиты марки «фасад», способные выдерживать нагрузки, и имеющие достаточную прочность на отрыв.

Преимущества минераловатных плит:

- **высокая огнестойкость**; плита из минеральной ваты является негорючим материалом, и штукатурный фасад, утепленный с помощью минераловатной плиты не загорится, даже если рядом будет большой очаг возгорания;
- **возможно использование минераловатной плиты для создания штукатурного фасада на таких пористых и деформирующихся основаниях**, как пено– и газобетон и др.;
- **возможно использование минераловатных плит на криволинейных поверхностях**; при этом необходима минплита ламельного типа;
- **благодаря высокой паропроницаемости стена–основание остаётся сухим**, и соответственно, предотвращается образование плесени и грибка внутри помещения;
- **гидрофобность**: минераловатные плиты устойчивы к воздействию воды, т.к. созданы из камня (базальта), а также они обработаны гидрофобизирующими добавками, придающими утеплителю водоотталкивающие свойства;
- **долговечность**: минераловатные плиты имеют длительный срок службы;
- **экологичность**: минераловатные плиты является природным материалом;

Недостатки – высокая стоимость.

2.1.2. Пенополистирол – материал белого цвета, получаемый из вспененного полистирола на 98 % состоящий из воздуха.

ПСБ–С – пенополистирол с наличием антипирена, вещества, значительно затрудняющего горение материала.

При производстве пенополистирола марки ПСБ–С в основном используется углекислый газ в качестве антипирена. Литера «С» обозначает «самозатухающий» эффект – не поддерживается горение.

Для фасадных работ по утеплению и отделке «мокрым» методом применяется пенополистирол плотностью не менее 16 – 17 кг/м³ и улучшенными характеристиками по стойкости на изгиб, геометрии и горючести.

Для выполнения мероприятий по распространению пламени по фасаду здания при применении пенополистирола в качестве основного утеплителя применяются специальные рассечки и обрамления из негорючей базальтовой минеральной ваты.

Преимущества:

- *низкая стоимость;*
- *низкая удельная теплопроводность;* теплопроводность сравнима с показателями минеральной ваты;
- *стабильность в широком диапазоне температур* от – 60°C до + 80°C;
- *устойчивое сопротивление широкому ряду химических веществ;*
- *высокое сопротивление диффузии водяных паров и намоканию;*
- *стойкость к отрицательным температурам* (до – 65°C);
- *высокая прочность при низкой плотности;*
- *небольшой вес.*

Недостатки:

- *низкая паропроницаемость;* при утеплении таких оснований как газобетон требуется дополнительная усиленная пароизоляция изнутри помещения
- *относится к группе слабогорючих материалов;* самозатухает при удалении источника возгорания; на практике – горит сильно;
- *при горении выделяет всю таблицу Менделеева,* кроме золота и серебра;

- *не рекомендована открытая установка пенополистирола*, он должен быть изолирован от внутренней поверхности и контакта с атмосферой;
- *разрушается под воздействием ультрафиолета*;
- *не стойкий к воздействию растворителей*; также исключён контакт с битумосодержащими веществами;
- *не высокая термическая стойкость к высоким температурам* (температура изолируемых поверхностей не должна быть выше 80°C)

2.2. Фасады с тонким штукатурным слоем.

Данная система подходит как для отделки строящихся зданий и сооружений, так и при их реконструкции, обеспечивает максимально комфортный микроклимат в помещении и позволяет легко выполнить любые архитектурные изыски: колонны, пилястры, русты, замковые камни.

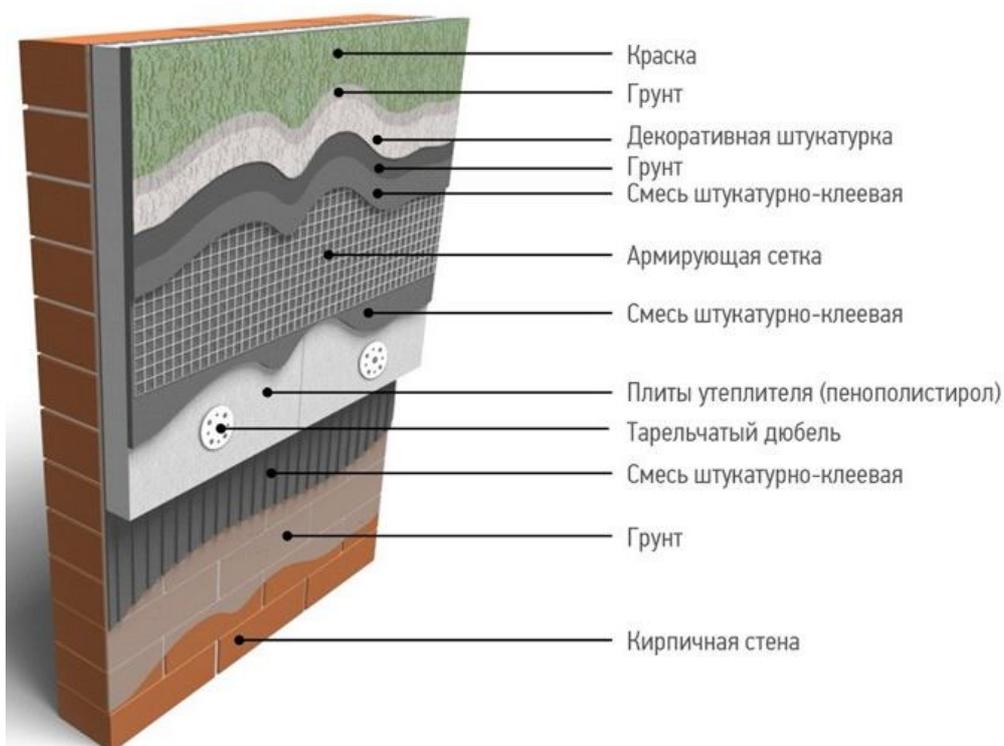


Рис. 6. Схема фасада с тонким штукатурным слоем.

Кроме того, данная система утепления обладает отличными звукоизолирующими свойствами, высокой прочностью, стабильно-

стью и надёжностью в процессе эксплуатации в большом диапазоне температур.

Система утепления фасада с тонким штукатурным слоем состоит из трёх основных компонентов:

- **теплоизоляционный слой** – основа системы
- **армирующий слой** – состоит из специального армирующего слоя и стеклосетки
- **финишный слой** – декоративный отделочный слой

2.2.1. Теплоизоляционный слой. – это утеплитель, имеющий низкий коэффициент теплопроводности. Толщина и материал слоя теплоизоляции определяется теплотехническим расчётом.

Утеплитель крепится к несущей конструкции стен здания с помощью тарельчатых дюбелей и специальных сортов клея (штукатурно–клеевой смеси).

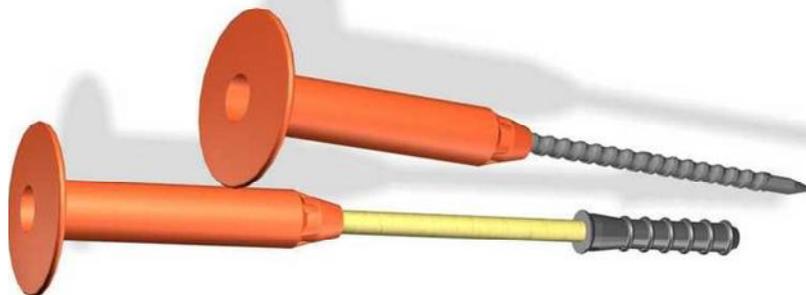


Рис. 7. Тарельчатый дюбель.

В штукатуренных фасадах неотапливаемых зданий теплоизоляционный слой отсутствует.

2.2.2. Армирующий слой состоит из клеевого раствора или штукатурно–клеевой смеси, соответствующего типу теплоизоляционных плит и армирующей фасадной стеклосетки.

При армировании поверхности плит, наносится слой клеевого раствора, затем стеклосетка утапливается в этот слой и клеевой раствор заглаживается. После просушки поверхность дополнительно выравнивается.

Таким образом, получается защитный и несущий слой, который защищает теплоизоляционные плиты от атмосферных воздействий и является основой под финишную отделку. В системах

наружного утепления с тонкими фасадными штукатурками наибольшее применение нашли щелочестойкие сетки из стекловолокна.

2.2.3. Финишный (отделочный) слой призван придать конечный вид фасаду здания, и защитить всю конструкцию от атмосферных осадков.

В качестве наружного слоя в штукатурных фасадах так же может использоваться:

- мозаично декоративная штукатурка;
- структурная штукатурки и др.

Применение технологии «мокрого» штукатурного фасада в сочетании с эффективным утеплителем в опаливаемых зданиях и сооружениях:

- обеспечивает значительную экономию средств, расходуемых на отопление помещений;
- обеспечивает снижение сметной стоимости при возведении здания, за счёт уменьшения общего веса фасадных конструкций.
- позволит уменьшить наружные размеры здания за счёт уменьшения толщины наружных стен.

В процессе монтажа фасадного утепления на фасаде «мокрого» типа применяют специальные профили, служащие защитой утеплителя. Эти профили предохраняют фасадную штукатурку от механических повреждений, армируют углы здания, обеспечивают примыкание слоя штукатурки, исключают появление деформационных швов.

Важно помнить, что система фасадного утепления с тонким штукатурным слоем, прежде всего, это система материалов, которые оптимально подобраны и согласованы по техническим характеристикам. Технологические слои фасадной системы «мокрого» типа с тонким штукатурным слоем, включая защитную и армирующую штукатурку, должны сочетаться друг с другом.

При устройстве данных фасадов рекомендуется использовать материалы только одного производителя. Опыт показывает, что в таких фасадных системах, где применены материалы исключительно одной торговой марки, долговечность и износостойкость фасадов значительно выше, чем в случае применения продукции разных производителей.

2.3. Фасады с толстым штукатурным слоем.

Главным отличием этой системы от тонкого штукатурного фасада является использование металлических элементов (сетки и анкеров) для крепления системы.

Теплоизоляция в данной системе выполняет только теплоизоляционную функцию, а вся механическая нагрузка от фасада перераспределяется на строительное основание с помощью металлической сетки и анкеров.

В качестве утеплителя, как правило, используется минеральная вата. Толщина и материал слоя теплоизоляции определяется теплотехническим расчётом.

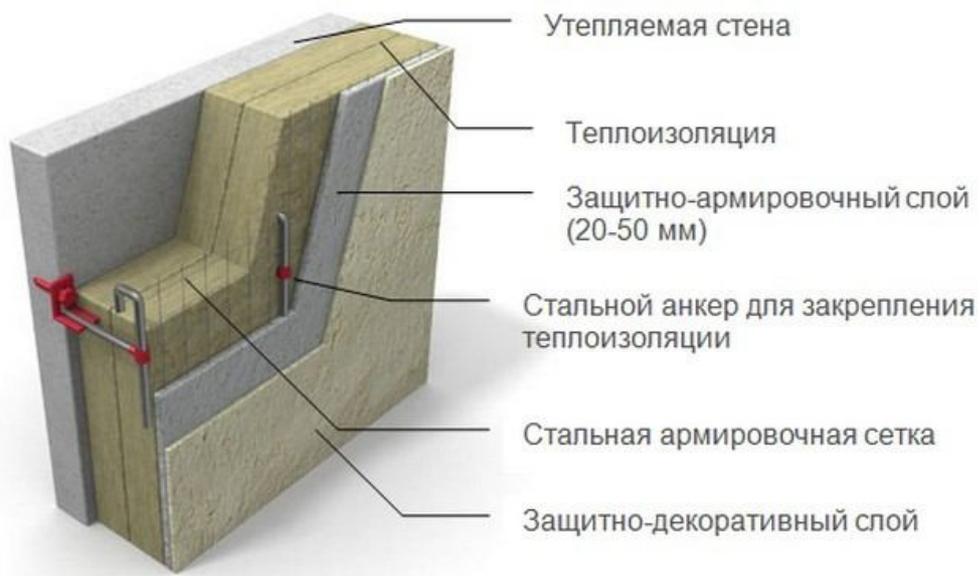


Рис. 8. Схема штукатурного фасада с толстым штукатурным слоем.

Преимущества конструкции:

- высокая устойчивость к механическим воздействиям;
- меньшие требования к качеству утепляемого строительного основания (не требует предварительной подготовки).

При устройстве штукатурных фасадов с толстым штукатурным слоем не так актуально требование применения в его конструкции материалов исключительно только одной торговой марки.

3. Системы внешней облицовки зданий.

3.1. Навесная фасадная система – конструкция, состоящая из вертикальных и горизонтальных профилей, заполнения или деталей, соединённых между собой и закреплённых на каркасе здания при помощи кронштейнов.



Рис. 9. Горизонтальная и вертикальная подсистемы внешней облицовки.

Конструкция образует наружную оболочку здания, которая самостоятельно или в сочетании с каркасом здания выполняет функции наружной стены, но не участвует в восприятии нагрузок каркаса здания.

Принципиальное конструктивное решение навесных систем утепления и наружной отделки наружных стен зданий практически одинаково и заключается в том, что на несущие конструкции наружной стены с внешней стороны устанавливают и фиксируют сплошной слой плит утеплителя (для отапливаемых зданий) и элементы несущего каркаса, посредством которого на стене, с определённым зазором относительно слоя утеплителя, монтируется плитный или листовой отделочный материал (экран).

Системы внешней облицовки зданий состоят из панелей, закреплённых на единой конструкции (подсистеме).

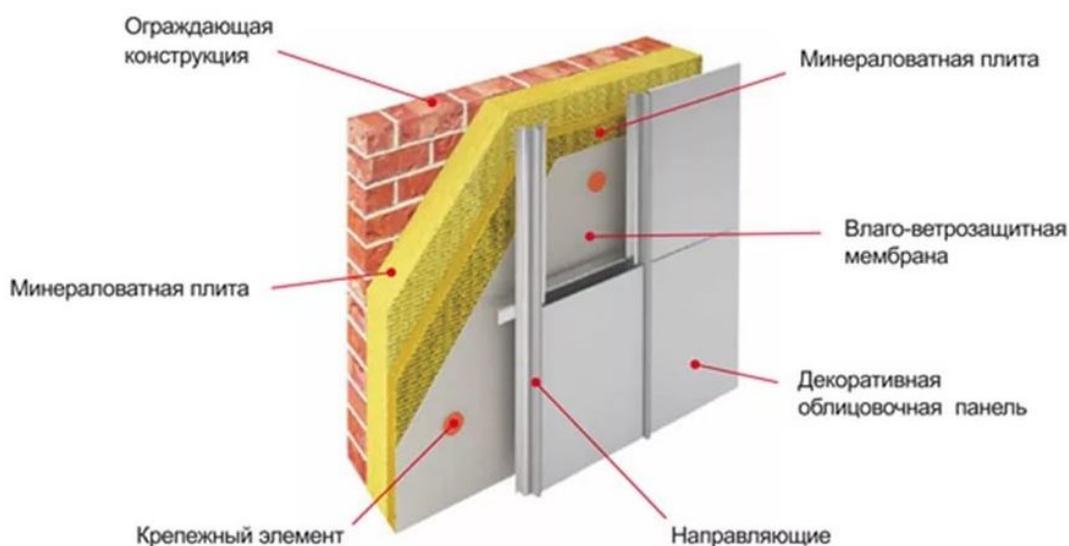


Рис. 10. Схема фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором.

Для облицовки зданий могут быть использованы панели практически любого размера, цвета и формы. Панели устанавливаются на определённом расстоянии от конструкции зданий, что позволяет изменять и обновлять их облик без структурных изменений.

Система навесного фасада или подсистема – это конструкция металлического каркаса, предназначенная для крепления внешней облицовки. Изготавливаются в основном из оцинкованной или нержавеющей стали, или алюминиевых сплавов, крепится на несущую поверхность стены или к межэтажным перекрытиям.

Подсистема навесного фасада – является его основным элементом системы, и должна соответствовать следующим требованиям:

- антикоррозийная устойчивость;
- высокая несущая способность;
- пожаробезопасность;
- большой срок эксплуатации;
- сейсмостойкость.

3.2. Навесные вентилируемые фасады (НВФ).

Это понятие характеризует сам принцип: облицовку устанавливают на некотором расстоянии от стены, а между стеной и внешним покрытием укладывают теплоизоляционный слой.

В качестве утеплителя используется негорючий утеплитель – минеральная вата.

Зазор между экраном и слоем утеплителя необходим для эффективного удаления влаги и паров, мигрирующих из помещений через наружную стену на улицу.

Вентилируемый фасад устроен так, что точка росы приходится на наружную сторону утеплителя. Тяга воздуха под облицовкой навесного фасада способствует испарению лишней влаги.

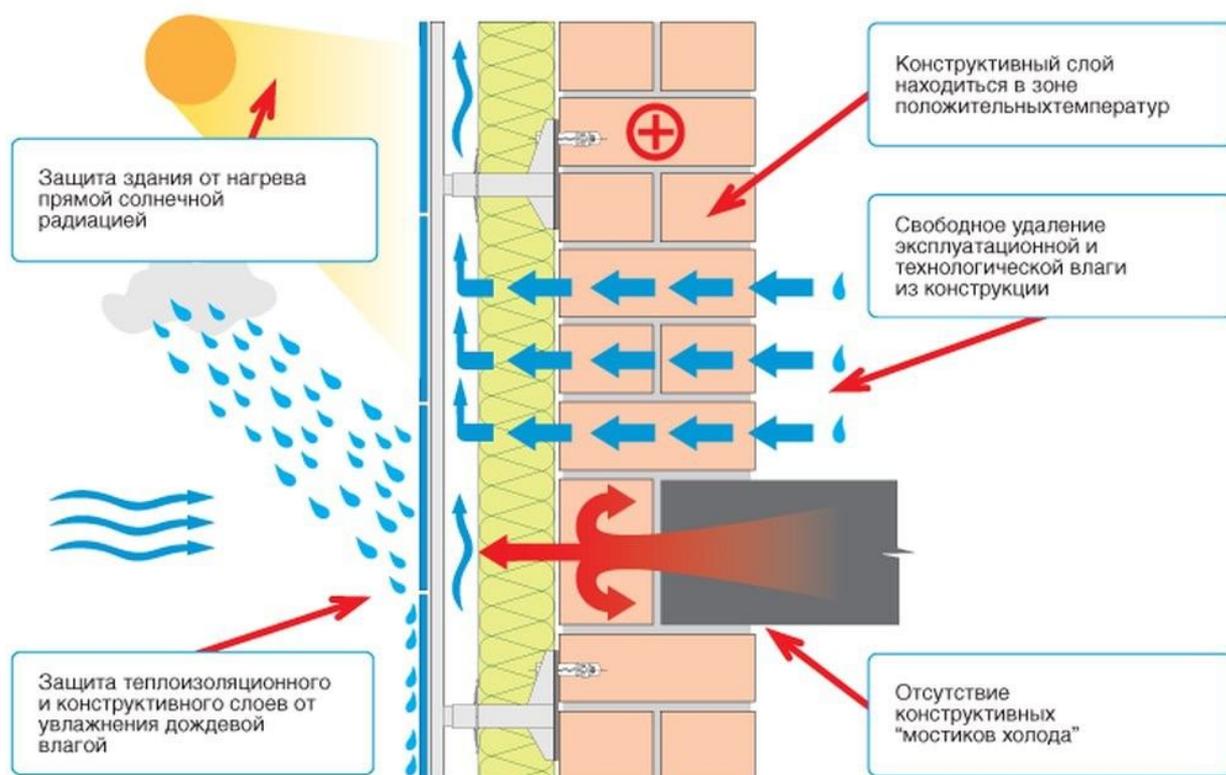
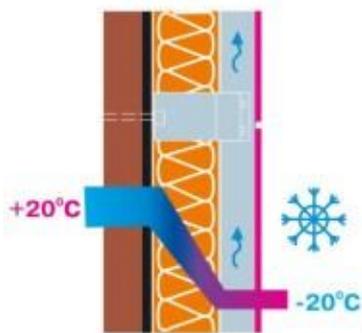
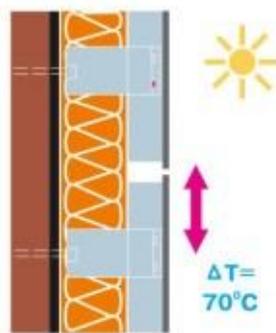


Рис. 11. Схема удаления влаги из фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором.

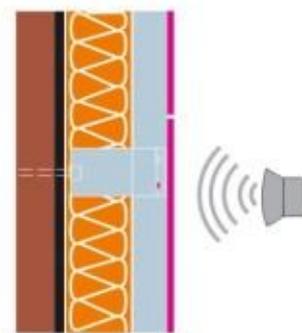
Результат – сухой утеплитель, не теряющий своих тепло технических характеристик и защищённая от влаги капитальная стена, срок службы которой, благодаря этому значительно возрастает.



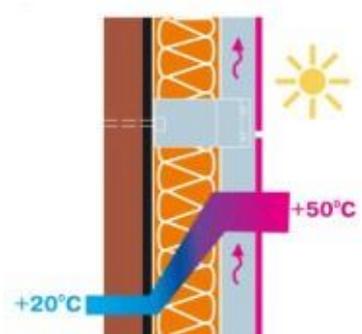
Воздушный зазор поддерживает постоянную влажность утеплителя, улучшая теплоизоляционные свойства



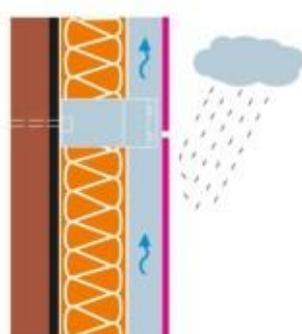
Конструкция легко переносит высокие перепады температуры, не теряя своих свойств



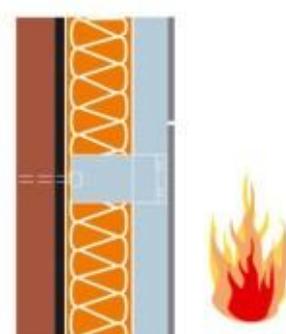
Навесной вентилируемый фасад улучшает звукоизоляцию здания



Солнечная энергия воспринимается облицовкой, воздушный зазор обеспечивает её быстрое охлаждение



Облицовка защищает стены и теплоизоляцию от атмосферных воздействий



Применение негорючих материалов обеспечивает пожарную безопасность

Рис. 12. Схема функционирования фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором при различных температурно-климатических условиях окружающей среды.

НВФ надёжно защищают даже от воздействия ливневого дождя. Не возникает ни капиллярного попадания воды, ни тем более прямого орошения теплоизоляционного слоя.

Даже если несколько капель все–таки попадут на теплоизоляционный слой вследствие сильного порыва ветра, то благодаря работе воздушного зазора, через который влага свободно выводится в атмосферу, увлажнённый теплоизоляционный слой быстро высыхает. Таким образом, навесной вентилируемый фасад сохраняет свои теплотехнические свойства.

Фасадные системы с вентилируемым воздушным зазором получили своё признание и распространение в России сравнительно недавно, в начале 90 годов. В Европе использование вентилируемого фасада можно уже считать традиционным.

Главное отличие современной вентилируемой фасадной системы от обычного фасада заключено в высоких показателях теплотехнических и эстетических свойств. Срок безремонтного использования вентилируемых фасадных систем – более 50 лет.

Основные преимущества вентилируемых фасадов по сравнению с традиционными «мокрыми» фасадами:

- *возможность использования различных облицовочных материалов* (кирпич, натуральный камень, искусственный камень, керамогранит, речный профиль, металлический лист, асбестоцементные и фиброцементные листы).
- *широкая возможность цветовых комбинаций* (карта цветов) – фирменные карты цветов производителей, RAL.
- *высокие тепло– и звукоизоляционные характеристики системы.*
- *благодаря слою утепления, «точка росы» выносится за пределы несущей стены здания.*
- *значительное сокращение затрат на отопление здания.*
- *устойчивость фасадной системы к атмосферным воздействиям*
- *быстрый монтаж фасадной системы в любое время года.*

Облицовочные материалы в конструкции вентилируемого фасада выполняют защитно–декоративную функцию. Они защищают утеплитель, под облицовочную конструкцию и стену здания от повреждений и атмосферных воздействий.

В то же время облицовочные панели являются внешней оболочкой здания, формируют его эстетичный облик, являются его визитной карточкой.

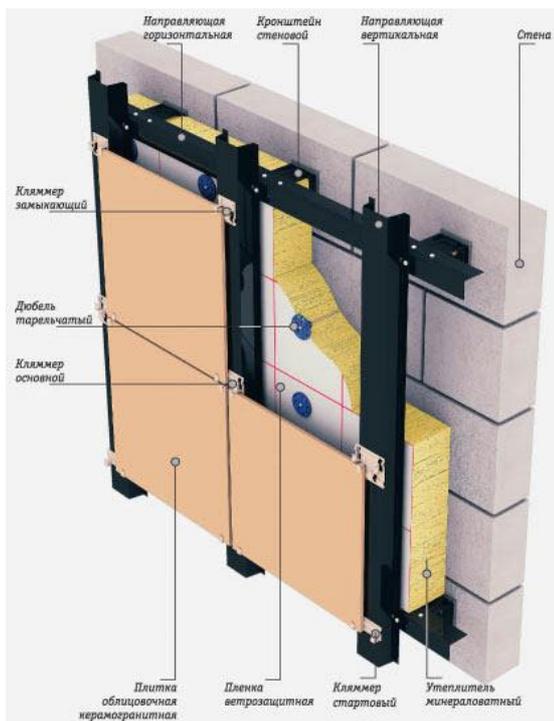


Рис. 13. Виды фасадной облицовки.

Отличие между различными фасадными системами с вентилируемым воздушным зазором заключается в:

- **различных способах крепления плит утеплителя на несущих конструкциях наружной стены;**

- *материале и геометрии отдельных элементов несущего каркаса;*
- *схеме расположения отдельных элементов несущего каркаса на поверхности основания;*
- *выборе отделочных материалов и способе их крепления к несущему каркасу.*

Кроме того, системы отличаются способами решения архитектурного облика фасада, в том числе, по возможности придания зданиям индивидуальной выразительности.

К основным параметрам систем относятся:

- тип и размер облицовочных плит;
- характеристика принятых плит утеплителя: марку, размеры, теплопроводность и др., а также необходимость или её отсутствие применения ветровлагозащитной плёнки;
- величина воздушного зазора;
- схема размещения на фасаде здания элементов несущего каркаса с размерами и принятой номенклатурой этих элементов;
- тип и марку дюбелей для крепления к основанию элементов несущего каркаса и плит утеплителя.

Схема размещения на фасаде элементов несущего каркаса принимается с учётом следующих факторов:

- *размера облицовочных плит*, который определяет шаг установки элементов (вертикальных или горизонтальных профилей), непосредственно к которым крепятся облицовочные плиты;
- *расстояния от основания до экрана* с учётом величин фактического отклонения плоскости фасада от вертикальной плоскости;
- *геометрии фасада здания* (основания), на котором крепится система, размещения на фасаде проёмов, балконов и лоджий, козырьков и т.п., поскольку следует минимизировать количество элементов несущего каркаса и облицовочных плит нестандартного размера, а также решить конструкцию примыкания системы к элементам фасада, выступающим или отступающим от его плоскости;
- *результатов прочностных расчётов*, определяющих допускаемые шаги крепления элементов несущего каркаса к

основанию и друг к другу, поперечные сечения элементов, принятый крепёж и т.п.

Тип и марка дюбелей для крепления к основанию элементов несущего каркаса и плит утеплителя принимаются исходя из следующих условий:

- материала основания;
- наличия Технического свидетельства Госстроя России, разрешающего применение конкретных дюбелей в системах с вентилируемым воздушным зазором;
- результатов прочностных расчётов системы;
- толщины плит утеплителя;
- результатов испытания дюбелей на вырывание.

При проектировании зданий с вентилируемыми фасадами следует учитывать особенности экранируемых стен.

Минимальный размер полости (щели) для притока воздуха рекомендуется 10÷15 мм при размерах плит экрана 600×600 мм и более.

Толщина воздушной прослойки должна быть, как правило, 60 мм, минимальная 30 мм (минимально допустимое расстояние от экрана до ближайшей точки на поверхности утеплителя).

Толщина воздушной прослойки при материале экрана с коэффициентом паропроницаемости 0,01 и менее рекомендуется 50 – 60 мм, а толщина экрана не более 10 мм.

Сечение полости (щели) для вытяжки воздуха не должно быть менее сечения полости (щели) для притока.

Отверстия следует выполнять так, чтобы не было их закупорки.

При назначении указанных размеров имеется в виду, что в расчётах условного коэффициента паропроницаемости вентилируемых фасадов с учётом стыковых швов учитывается только площадь приточных (либо вытяжных) полостей – швов (отверстий).

3.3. Фасадные системы с вентилируемым воздушным зазором с облицовкой природным камнем и кирпичом.

Натуральный камень – это материал, который создала природа. Благодаря своим натуральным свойствам, богатейшему разно-

образию фактур и неповторимой цветовой гамме он нашёл своё применение и в навесных вентилируемых фасадах (НВФ).

3.3.1. Система РУСЭЖСП

Предназначена для облицовки плитами из натурального камня размером от 300 мм до 1200 мм и толщиной от 18 до 40 мм.

Вентилируемый фасад «РУСЭЖСП» для натурального камня состоит из облицовочного материала (натуральный камень) и подконструкции (подсистема).



Рис 14. Фасадные системы с вентилируемым воздушным зазором «РУСЭЖСП» для облицовки натуральным камнем

Элементы подконструкции могут изготавливаться из:

- оцинкованной окрашенной стали (толщина покрытия 50мкм);
- нержавеющей стали.

3.3.2. Фасадные системы с вентилируемым воздушным зазором с облицовкой кирпичом.

Современный облицовочный кирпич характеризуется не только превосходными теплофизическими, прочностными и другими

свойствами, но и широкими возможностями в плане архитектурно–художественных решений.

Есть у кирпича и свои недостатки: большие финансовые издержки при возведении монолитных стен, а также сложности с соблюдением геометрии кладки.

Наиболее рациональным и выгодным решением обозначенных проблем является возведение навесного фасада с облицовкой из кирпича. Такой вариант предполагает монтаж на базовую стену здания несущей металлической подсистемы с горизонтальными поясами, на которые укладывается кирпич.

Конструкция вентилируемого фасада позволяет добиться абсолютной ровности кладки, улучшения декоративных и теплозащитных свойств стен.

Преимущества вентилируемого фасада из облицовочного кирпича:

- навесной фасад из кирпича позволяет воссоздать фактуру идеальной кирпичной кладки по минимальной цене;
- возведение навесного фасада гораздо менее трудоёмко, чем строительство полностью кирпичного здания, следовательно, выполняется намного быстрее и стоит дешевле;
- создание комфортного микроклимата (точка росы в зоне вентилируемого канала, а не внутри здания), конструкция фасада позволяет эффективно выводить за пределы здания лишнюю влагу, обеспечивая комфортный здоровый микроклимат внутри помещений;
- улучшенная теплоизоляция и отсутствие мостиков холода в местах межэтажных перекрытий даёт возможность заметно снизить затраты на отопление;
- возможно применение вентилируемых систем на зданиях высотой до 75 м;
- возможность круглогодичного монтажа;
- отсутствие «солевых пятен» на фасаде;
- отсутствие поясов и мостиков холода в местах межэтажных перекрытий.

3.3.3. Фасадные системы Halfen–Deha – это «тяжёлые» вентилируемые фасады, которые полностью соответствуют всем требованиям надёжности, долговечности и теплоэффективности.

Данные системы специально предназначены для облицовки фасадов плитами из натурального камня и облицовочным кирпичом.

3.3.3.1. Системы крепления HALFEN для клинкерных вентилируемых фасадов.

Система крепления Halfen НК4 применяется для устройства навесного вентилируемого фасада при облицовке клинкерным кирпичом. При этом нагрузка от веса стен кирпичного фасада переносится на несущую оболочку здания.

Система крепления вентилируемого фасада позволяет фиксировать кирпичный фасад с образованием пространства под утеплитель и вентиляцию до 260 мм от несущего основания фасада

Данная система крепления вентилируемых фасадов может применяться в сухой, нормальной и влажной климатических зонах при температуре воздуха от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Рис 15. Фасадная система HALFEN НК4.

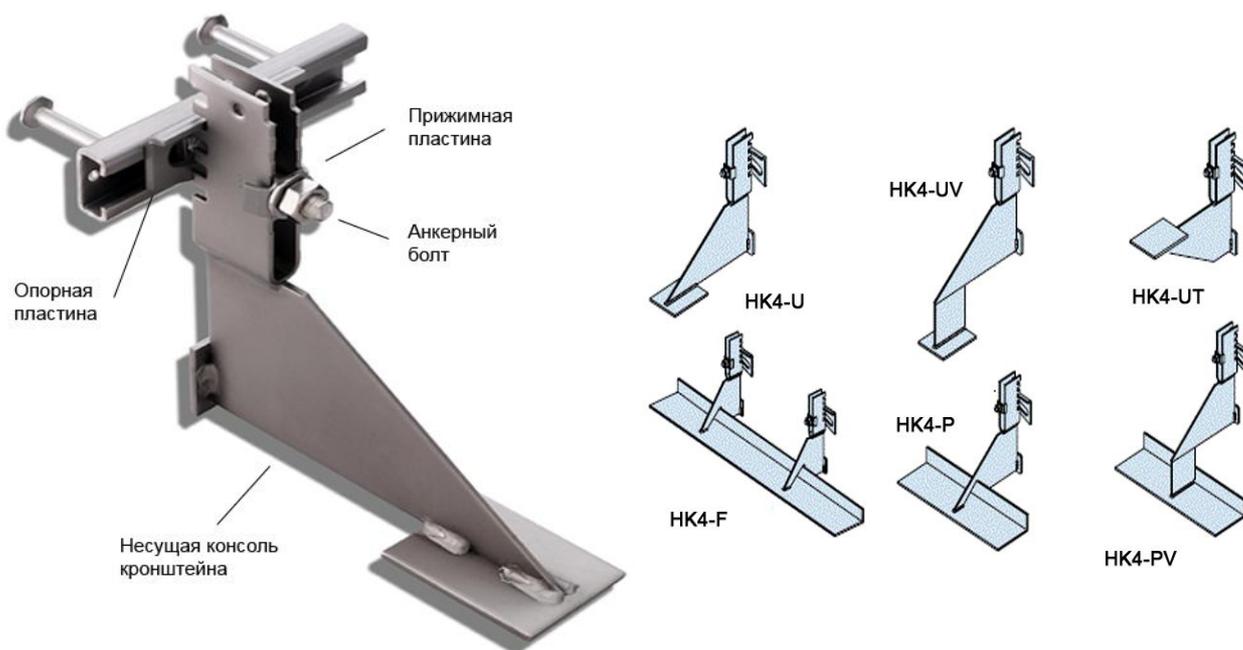
Фасадная система HALFEN НК4 включает в себя различные группы кронштейнов, опорные профили, различные типы связей и крепёжных элементов для выгодной и надёжной анкеровки облицовочной кирпичной кладки при монтаже навесного вентилируемого фасада.

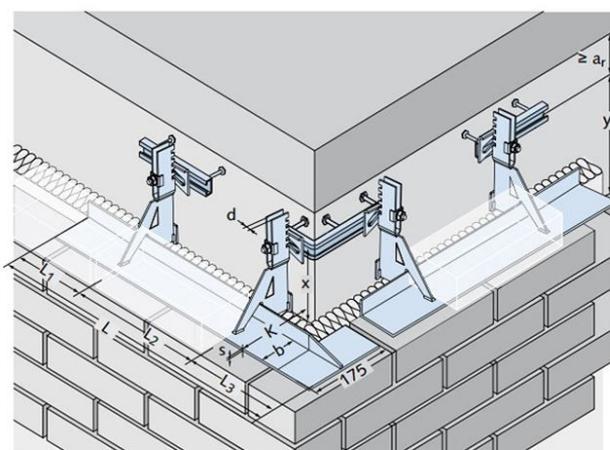
Навесные вентилируемые фасады имеют следующие характеристики:

- относ от стены в диапазоне 25 – 275 мм;
- коррозионностойкая сталь класса А2 или А4;
- комплектная система для облицовки фасадов;
- допускаемая высота кладки облицовочного слоя – 10м;
- величина допустимой нагрузки – 3.5 кН, 7.0 кН и 10.5 кН;
- регулировка по вертикали и горизонтали в диапазоне ± 35 мм и ± 15 мм соответственно;

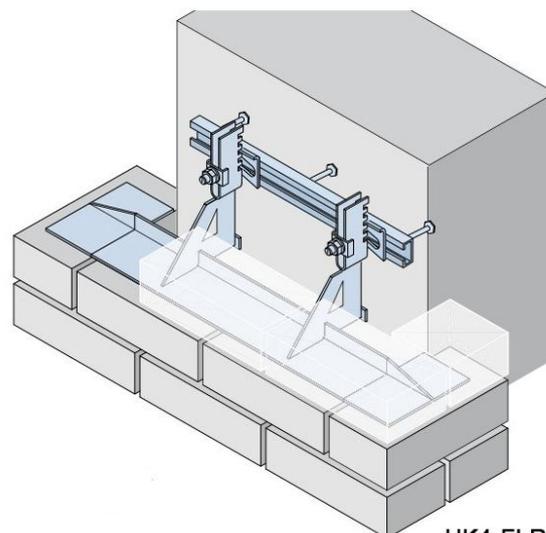
Благодаря возможности плавной регулировки по вертикали в диапазоне $\pm 3,5$ см кронштейны HALFEN позволяют исправить неточности, возникающие во время устройства несущих оснований.

Навесные фасадные системы НК4 представляет собой отдельный кронштейн со сплошной стойкой и опорной пластиной. В сочетании с анкерными шинами HALFEN НТА обеспечивается регулировка кронштейна по высоте и в стороны.





HK4-FL
Вариант исполнения с правым углом



HK4-FLR
Правый и левый углы, облицовка колонн и опор

Рис 16. Фасадная система HALFEN HK4. Кронштейны. Варианты исполнения фасада.

3.3.3.2. Система крепления HALFEN для натурального камня.

Фасадные системы крепления производства HALFEN для натурального камня делятся на три типа подконструкций:

Кронштейн для вентилируемых фасадов HALFEN Body BA, DT, DN и HRM/HRC – это система для натурального камня с возможностью трёхмерной регулировки и применением дюбелей, которые воспринимают как нагрузки от веса натурального камня, так и ветровые нагрузки.

Кронштейны HALFEN для вентилируемых фасадов имеют следующие характеристики:

- типовые модели допускают нагрузки до 1300 Н и откосы от 30 до 300 мм;
- применение в горизонтальных и вертикальных швах;
- регулировка в трёх плоскостях;
- универсальные способы фиксации;
- быстрый монтаж;
- возможность поворачивать кронштейны на 15°;



Рис 17. Кронштейн для вентилируемых фасадов HALFEN Body BA, DT, DH и HRM/HRC

Универсальные несущие анкеры HALFEN UMA и UHA могут применяться при анкеровке в каменной кладке, а также в бетонном основании. Благодаря круглой форме профиля, анкеры UMA / UHA можно использовать как в горизонтальных, так и в вертикальных швах между плитами. Существует множество моделей анкеров HALFEN UMA, которые способны воспринимать нагрузки различной величины.

Поддерживающий анкер Halfen UHA служит для восприятия сжимающих и растягивающих усилий.

Характеристики:

- высокая несущая способность;
- регулировка в трёх направлениях;
- выступы 20 – 300 мм;
- допустимая нагрузка до 3,8 кН;
- система прошла типовые испытания;
- имеются сертификаты TÜV и LGA;

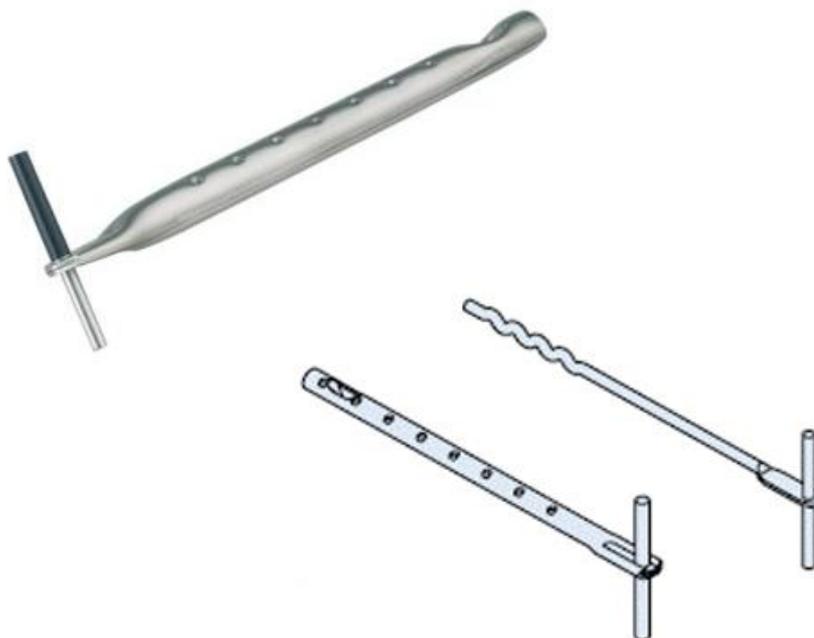


Рис 18. Универсальные несущие анкеры HALFEN UMA и UHA.

Подконструкция HALFEN SUK – система подвесных шин с несущими и поддерживающими анкерами и возможностью регулировки в трёх плоскостях.

Применяется при величине откоса от несущей стены ≥ 160 мм. Идеально подходит для нового строительства и реконструкции зданий с фасадами из натурального камня с большим откосом от несущих стен.

Подсистема монтируется независимо от работ по установке натурального камня, что обеспечивает простой и быстрый монтаж фасада.

Характеристики:

- нержавеющая сталь 1.4571/1.4401/1.4404 (A4);
- простой и быстрый монтаж;
- регулируемое крепление к монтажным шинам HALFEN;
- жёсткое крепление посредством дюбелей;
- перекрытие несущих оснований;
- высокая несущая способность;

Кронштейны для крепления фасада HALFEN позволяют монтировать плиты на фасадах зданий с горизонтальными и вертикальными деформационными швами, что исключает передачу нагрузки между смежными плитами облицовочного слоя, обеспечивая их отдельную работу.

У всех фасадных кронштейнов HALFEN серии Body регулировка откоса от несущего основания осуществляется при помощи резьбовой консоли.



Рис 19. Система крепления HALFEN для натурального камня.

3.4. Фасад жалюзи.

Одними из основных требований, предъявляемых к наружным ограждающим конструкциям в открытых автостоянках – это хорошая вентиляция и защита от воздействия атмосферных осадков.

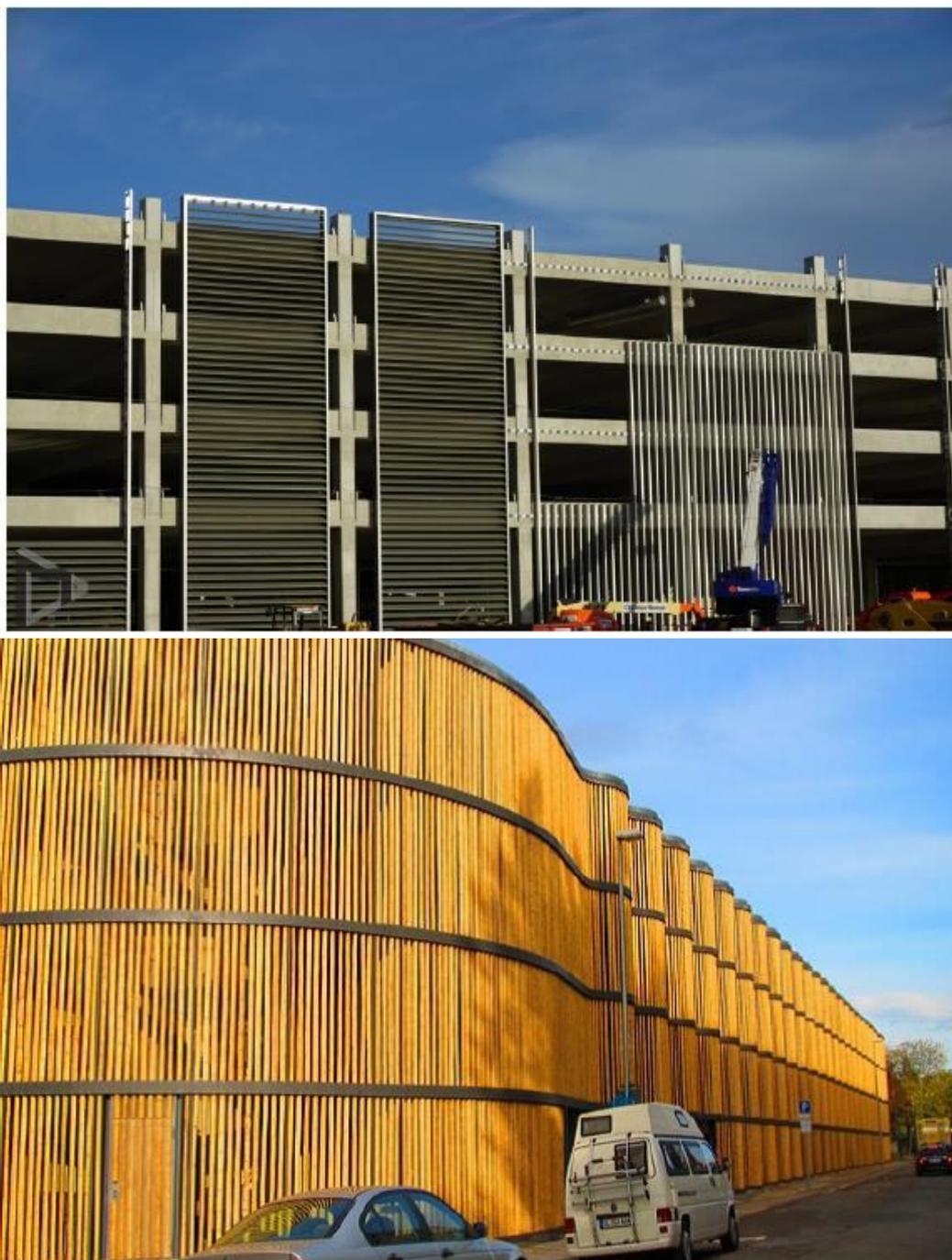


Рис. 20. Фасад жалюзи. Горизонтальное и вертикальное расположение реек на фасаде паркинга. Фасад жалюзи на скруглённых поверхностях.

Эффективное техническое решение, которое обеспечит привлекательный внешний вид зданию, в сочетании с надёжностью и функциональностью, это жалюзийные ограждения.

Навесной металлический фасад–жалюзи, защищает от сильного ветра, града, летящих птиц, а также поднятых ветром предметов.

Металлические ламели–жалюзи с продольно согнутым профилем, ограничивают просматриваемость и проникновение воды во время дождя.

В настоящее время выпускаются несколько видов металлических реек для жалюзийных фасадов, отличающихся формой, толщиной металла, степенью открытости экрана.

Ламели производятся из оцинкованной стали, толщиной от 1 до 3 мм и длиной, до 3 м. Поверхность имеет полимерный защитный слой, нанесённый по порошковой технологии. Цвет окраски подбирается, как правило, по каталогу цветов RAL.

Различают два вида жалюзийных фасадов – с вертикальным и горизонтальным расположением реек.

Преимущество первого вида, состоит в более широкой возможности облицовки наружных скруглённых поверхностей фасада и спиралевидных пандусов многоуровневой автостоянки. Горизонтальное размещение ламелей–жалюзи – более приемлемо для прямых форм фасада здания автостоянки.

Преимущества.

Фасад жалюзи изготавливается из негорючих материалов – профилированной оцинкованной стали или алюминия, а также из экстрадированного алюминиевого сплава. Материалы облицовки и подконструкции для крепления навесного фасада жалюзи, устойчивы к коррозии, отвечают требованиям пожаробезопасности и обладают высокими прочностными характеристиками.

Большая гамма цветов порошковой окраски элементов жалюзи даёт широкие возможности для архитектурного дизайна фасада.

Система внешнего жалюзийного ограждения здания надёжна, не требует значительных затрат для обслуживания, что снижает эксплуатационные затраты по объекту. Фасадная система жалюзи подходит для любых типов конструкций здания. Установку навесного фасада можно проводить в любое время года.

Материалы и технология обеспечивают длительный срок службы: порошковое полимерное покрытие – не менее 15 лет, PVDF – 20 лет, защита от коррозии рассчитана на 30 лет.

Конструкция.

Крепление жалюзийного фасада производится на несущих и ограждающих конструкциях здания или межэтажных перекрытиях.



Рис. 21. Фасад жалюзи с горизонтальным расположением ламелей. Деталь.

Конструкция крепления ламелей жалюзи предусматривает надёжную фиксацию с невидимым креплением. Металлические рейки жалюзийного фасада, закреплены вертикально или горизонтально, с определённым шагом на направляющих стойках или ригелях, вертикально или горизонтально. Ориентация реек не влияет на свободную циркуляцию воздуха.

Места стыковки реек между собой, предусматривают мало заметный зазор для компенсации термического расширения. При межэтажных перекрытиях, высотой более 3-х метров, а также облицовки спиралевидных пандусов, крепление вертикальных реек производится на промежуточном ригеле. Место стыковки может быть скрыто наружной декоративной накладкой.



Рис. 22. Многоуровневая надземная автостоянка ТРЦ «Гринвич» (Екатеринбург) до и после реконструкции фасада. Фасадная панель.

4. Динамические и кинетические фасады.

4.1. Парковка терминала аэропорта города Брисбен.

Американский художник Нэд Кан (Ned Kahn) совместно с компаниями HASSELL Architects, UAP и Brisbane Airport Corporation реализовал очень интересный проект: восьмиэтажное здание автостоянки терминала аэропорта города Брисбен, Австралия, было одето в кинетический фасад площадью 5000 м².



Рис. 23. Алюминиевый фасад паркинга в аэропорте Брисбена, Австралия.

Сформирован фасад из алюминиевых элементов, зависящих от ветра. Фасад назван «Вертикальным озером».

Внешний вид фасада постоянно меняется в зависимости от природных факторов. Ветер рисует на фасаде, который состоит из 118000 подвешенных алюминиевых панелей, причудливые динамичные узоры. Стена здания напоминает ткань, развевающуюся на ветру.

4.2. Парковка при больнице Eskenazi Hospital в Индианаполисе.

Фасад парковки при больнице Eskenazi Hospital в Индианаполисе (штат Индиана, США) оформлен изогнутыми металлическими пластинами, которые, в зависимости от угла зрения, придают зданию ярко-жёлтый и темно-серый цвет.



Рис. 24. Фасадные панели, с одной стороны они тёмно-синие, а с другой – ярко-золотые. Панели установлены под разными углами.

Для оформления фасада потребовалось приблизительно 6500 панелей, которые отличаются друг от друга по форме и размеру.

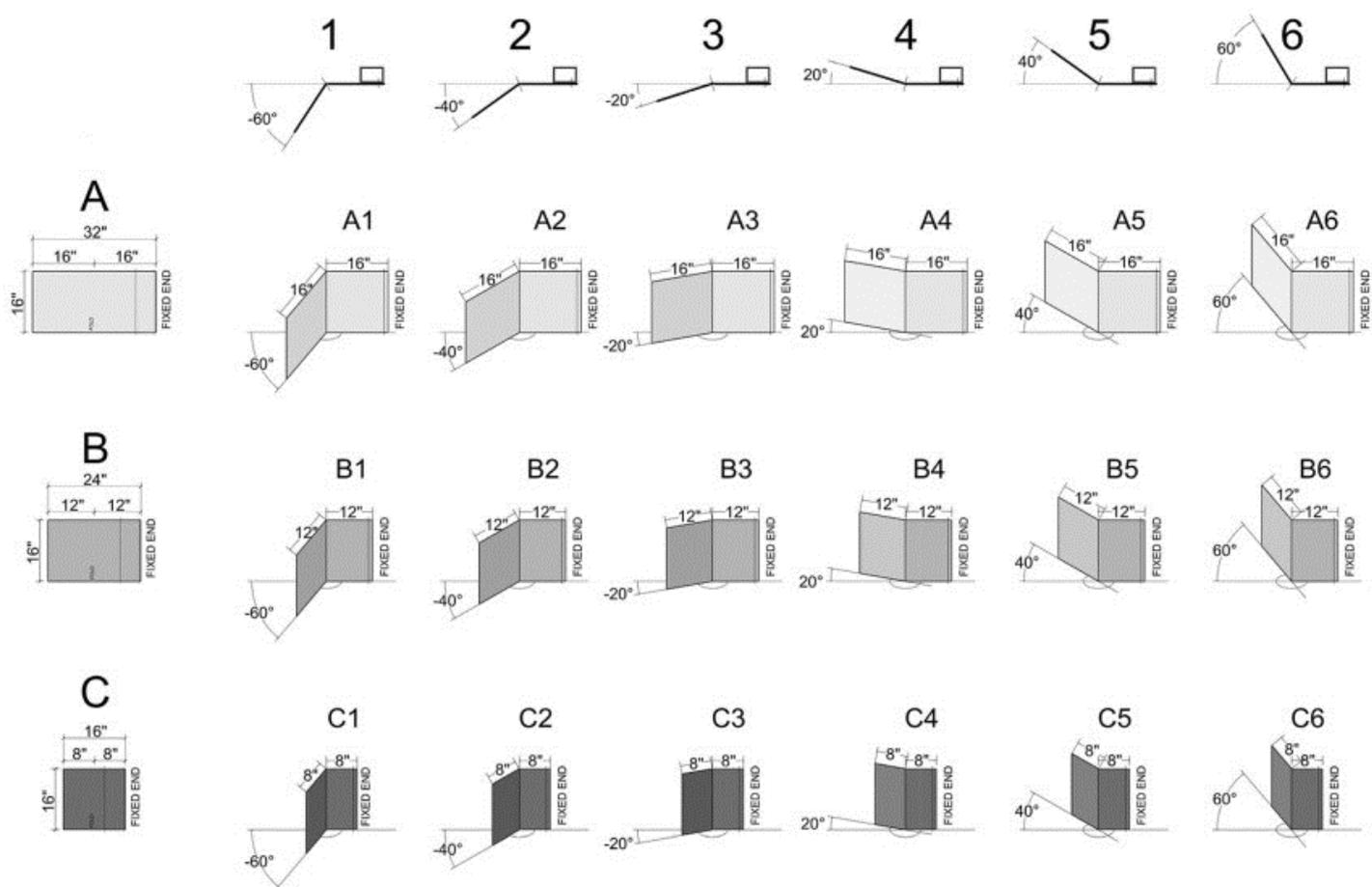


Рис. 25. Фасадные алюминиевые панели.

Размер панелей варьируется от 300×600 мм до 300×1000 мм.

Они наклонены под разными углами, благодаря чему достигается эффект динамического фасада.

Цветовое решение фасада автостоянки решено довольно просто, с западной стороны он тёмно-синий, а с восточной – ярко-золотой.

Пока вы проходите или проезжаете мимо здания, его фасад меняет свой цвет.

В зависимости от вашей скорости движения вдоль автостоянки её фасад меняется медленно или быстро. От точки обзора также зависит и степень прозрачности здания.



Рис. 26 Фасад автостоянки при больнице Eskenazi Hospital с различных точек.

5. Фасады светопрозрачные.

Фасады светопрозрачные представляют собой ограждающие конструкции, выполненные из специально разработанных систем архитектурных строительных профилей и светопрозрачных элементов (стекло и/или стеклопакет), устанавливаемых, как на отдельных участках зданий и сооружений, так и по всей их плоскости, с целью образования архитектурных поверхностей сплошного остекления большой площади.

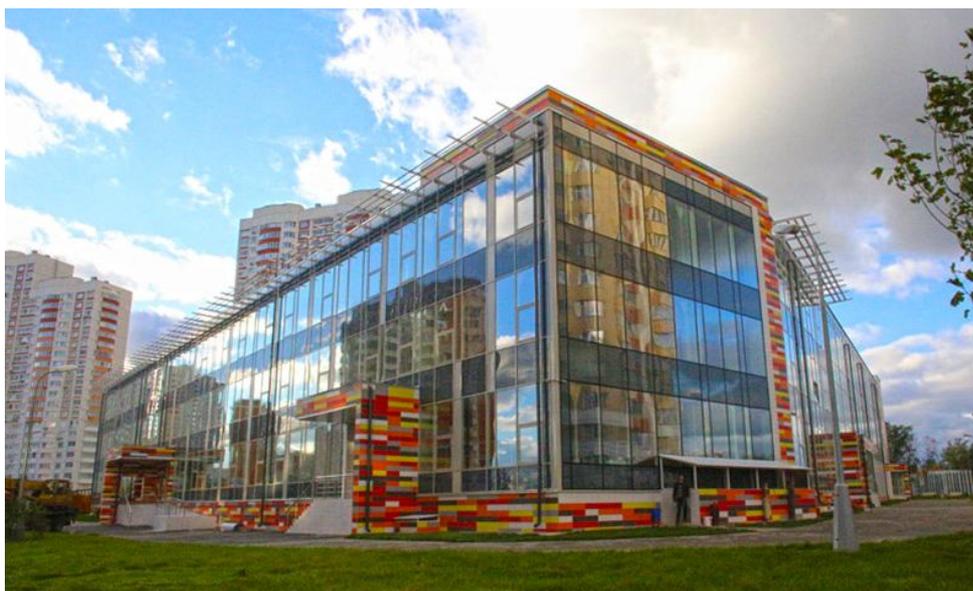


Рис. 27 Светопрозрачная фасадная система в здании школы.

5.1. Стандартные фасады светопрозрачные из алюминиевого профиля стоечно–ригельной и ригель–ригельной систем.

Основу светопрозрачных конструкций составляют алюминиевые экструдированные профили стоечно–ригельной и модульной систем, как правило ширина профилей составляет 50 – 60 мм.

В качестве контурного уплотнения, гидро– и виброизоляции используются резиновые уплотнители для лучшего примыкания элементов светопрозрачного фасада друг к другу.

В качестве заполнения используются:

- стеклопакеты (светопрозрачное ограждение);
- сэндвич–панели (ограждающие элементы);

- вентрешётки, их толщина может быть от 2 мм до 56 мм и более, в зависимости от цели и назначения данной фасадной конструкции.

5.1.1. Стоечно–ригельная светопрозрачная фасадная система.

Конструкция фасада состоит из опорных стоек и ригелей, оснащённых пазами, которые предназначены для вентилирования и отвода конденсата.

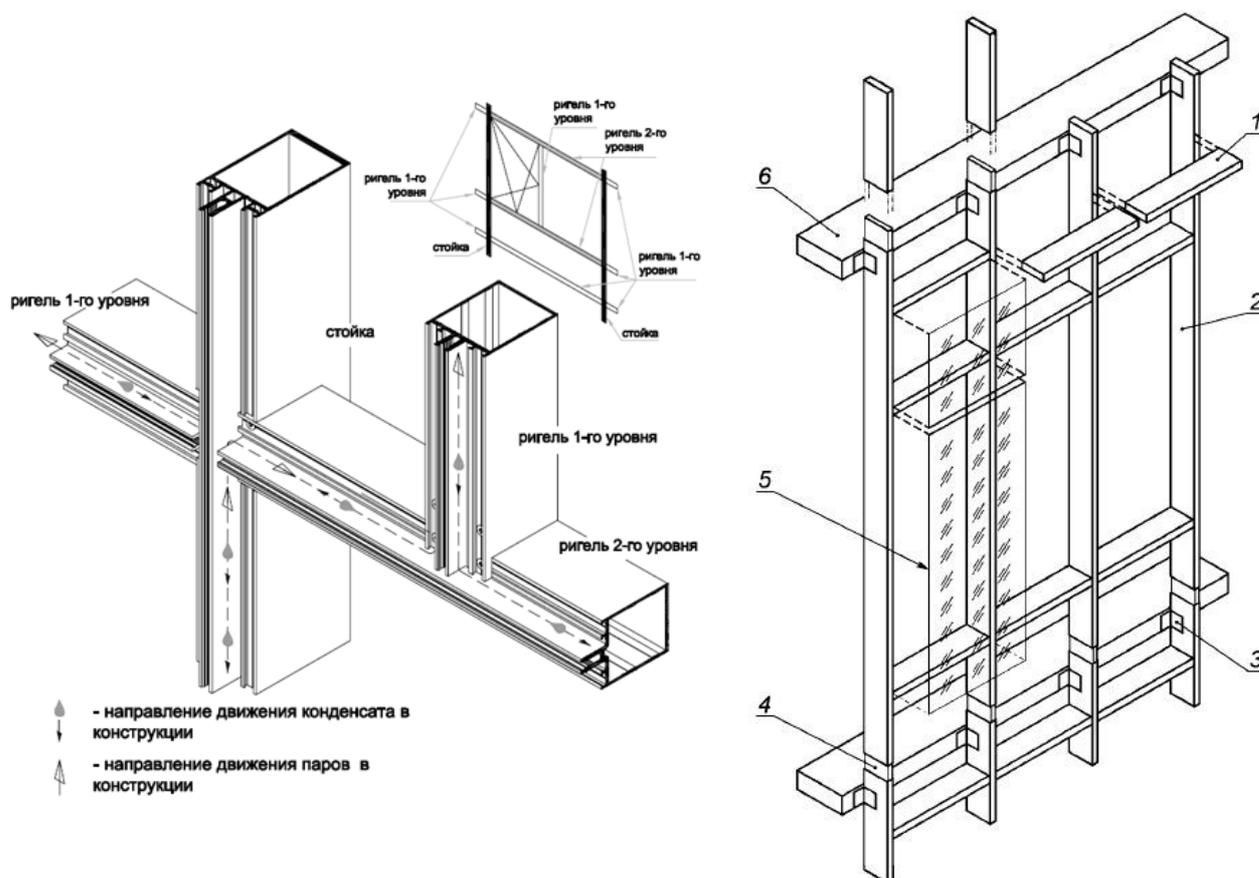


Рис. 28 Стоечно–ригельная светопрозрачная фасадная система из алюминиевого профиль (схема): **1** – ригель; **2** – стойка; **3** – кронштейн; **4** – деформационный соединитель; **5** – светопрозрачное заполнение; **6** – несущий остов здания (междуэтажные перекрытия).

Алюминиевый профиль располагается с внутренней стороны фасадного ограждения и крепится к несущему остову здания.

Тип заполнения фасада определяет цвет и внешний вид здания.

Стекло крепится снаружи прижимным профилем (прижимной планкой) по горизонтали и по вертикали

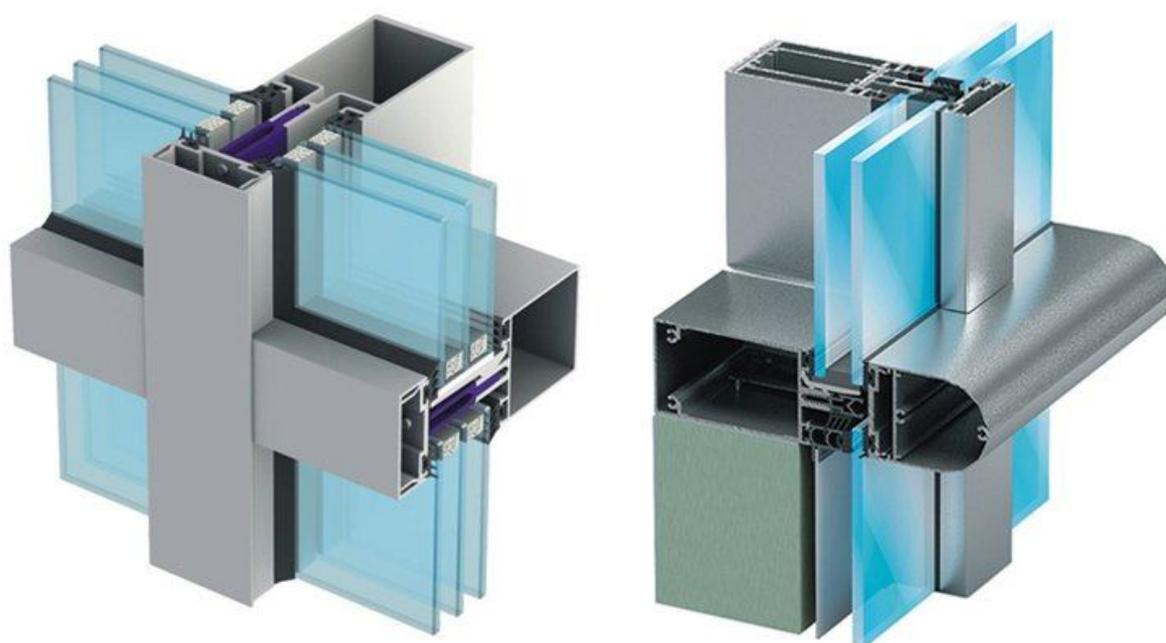
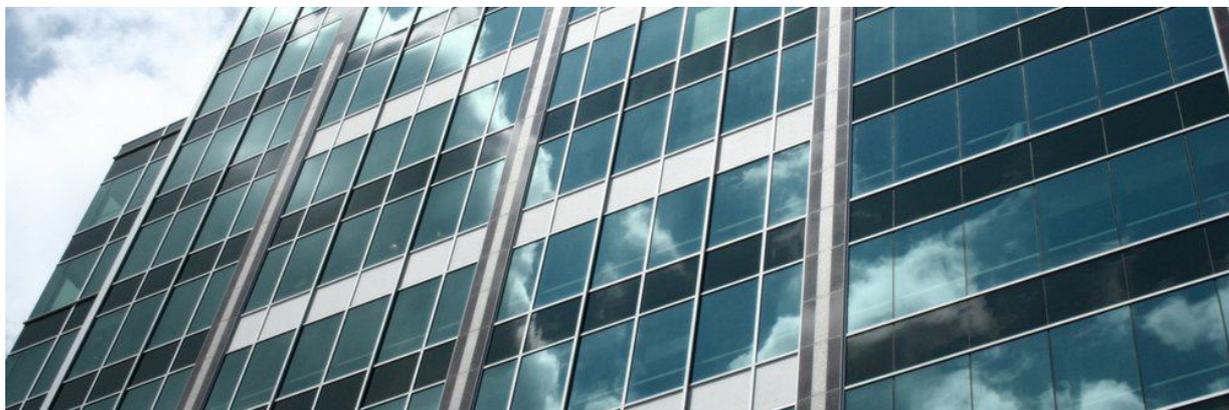
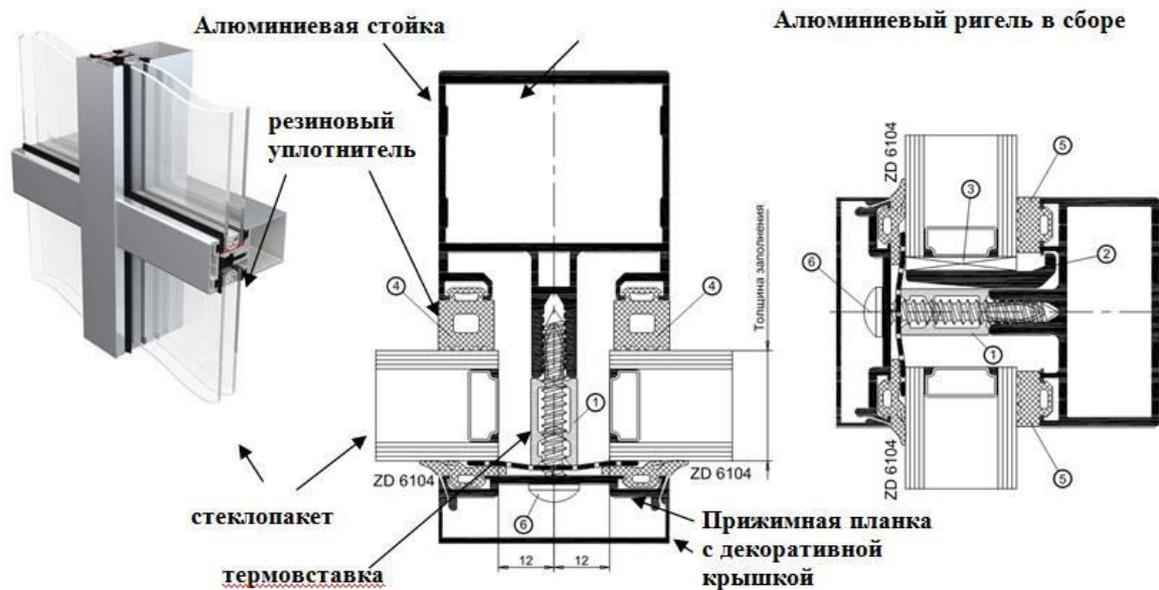


Рис. 29. Стоечно–ригельная светопрозрачная фасадная система из алюминиевого профиля.

Сверху прижимной профиль закрывается декоративными накладками круглой, плоской или миндалевидной формы.

Накладки повторяют рисунок несущей конструкции, что сказывается на эстетичном виде фасада.



Соединение профилей стоек и профилей ригелей внахлест с помощью одного элемента сухарного

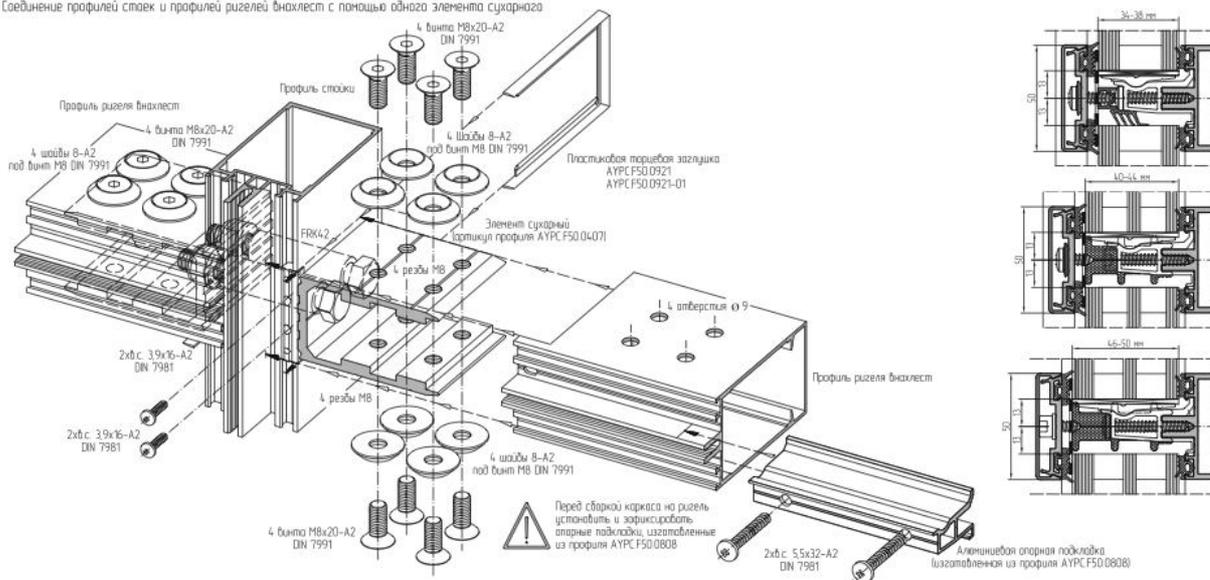


Рис. 30. Стоечно–ригельная светопрозрачная фасадная система из алюминиевого профиля. Узлы.

Обязательно в конструкции фасадной системы используют уплотнители, которые обеспечивают герметичность конструкции.

Если сточно–ригельную систему объединить со структурным остеклением, фасад будет выглядеть цельным из–за отсутствия выступающих профилей и небольших швов.

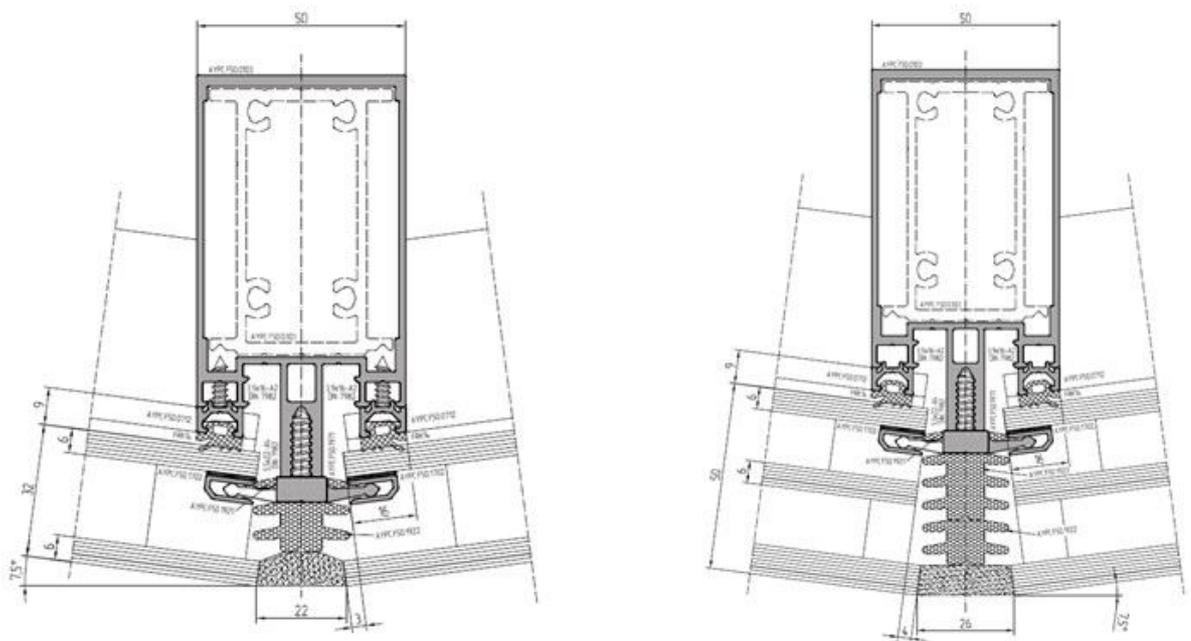


Рис. 31. Стоечно–ригельная светопрозрачная фасадная система из алюминиевого профиля со структурным остеклением фасада.

5.2. Стоечно–ригельный фасад рамного остекления.

Фасад с рамным остеклением: навесной фасад, состоящий из горизонтальных и вертикальных элементов, соединённых между собой в рамы, закреплённых на несущем остове здания и оснащённых заполнениями.



Рис. 32. Стоечно–ригельный фасад рамного остекления.

Фасад с рамным остеклением имеет визуальную разбивку по вертикали и горизонтали.

Различные сочетания профилей фасадной системы и фурнитуры позволяют изготавливать:

- простые функциональные конструкции;
- автоматизированные конструкции;
- конструкции со скрытыми элементами фурнитуры.

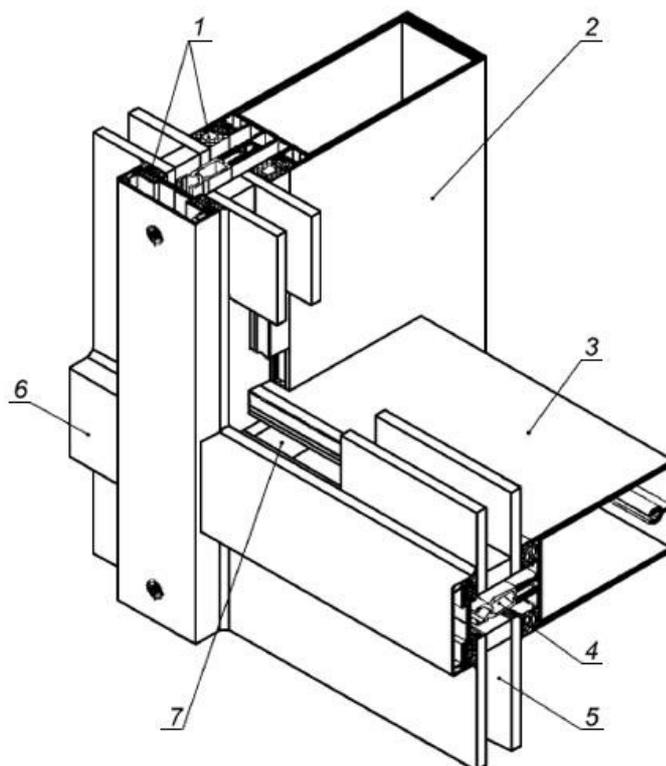


Рис. 33. Стоечно–ригельный фасад рамного остекления: *1* – уплотнитель стекла; *2* – стойка; *3* – ригель; *4* – термоизоляционная вставка; *5* – стеклопакет; *6* – декоративная накладка; *7* – подкладка под стеклопакет

5.3. Стоечно–ригельный фасад со структурным остеклением.

5.3.1. Фасад со структурным остеклением – конструкция навесного фасада, в которой профили не выступают за наружную плоскость заполнений, а вертикальные и горизонтальные швы герметизируются наружными герметиками и/или уплотнительными прокладками.

Фиксация светопрозрачных заполнений осуществляется путём их вклеивания на внутреннюю поверхность несущей конструкции при минимальном или отсутствующем механическом креплении.

Расстояние между стеклопакетами не превышает двух сантиметров и благодаря единому цвету создаётся ощущение монолитного фасада, сделанного из цельного стекла.

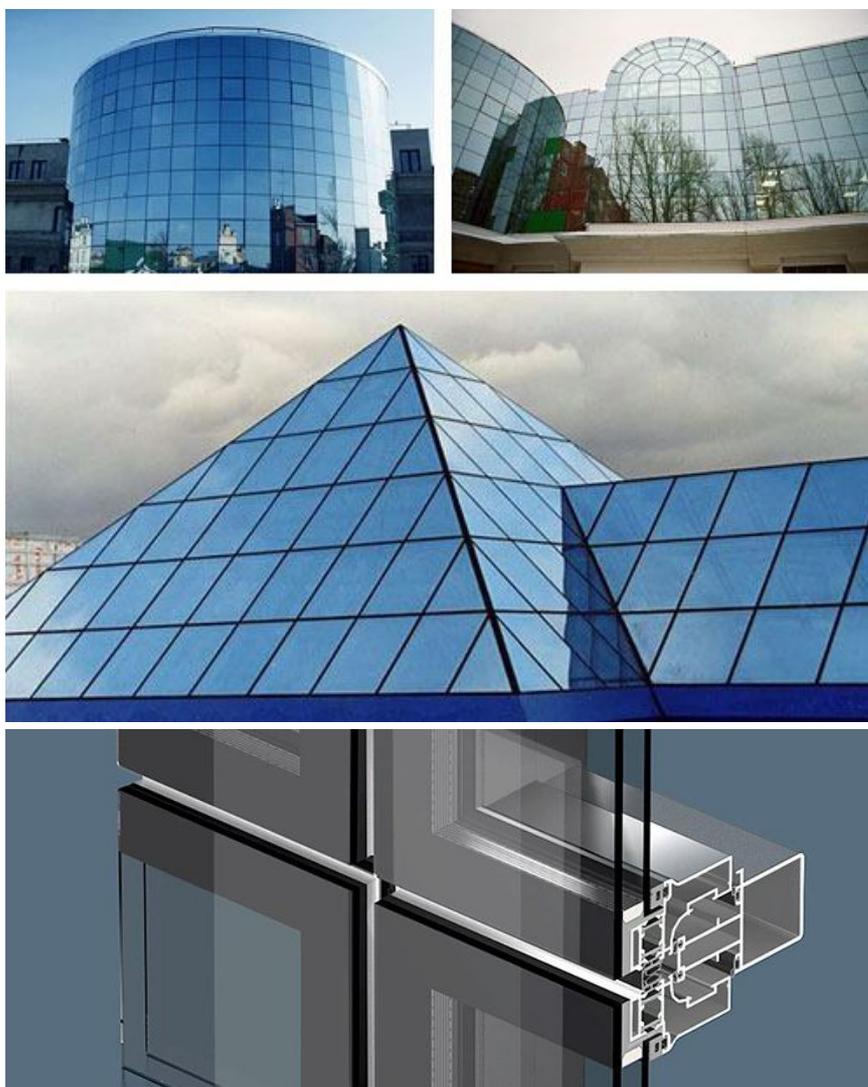


Рис. 34. Стоечно–ригельный фасад со структурным остеклением.

Как следствие при структурном остеклении фасада предъявляются особые требования, которые должны обеспечивать абсолютную жёсткость каркаса.

Главной особенностью структурного остекления является отсутствие механических креплений, т.к. несущей конструкцией является силиконовый герметик.

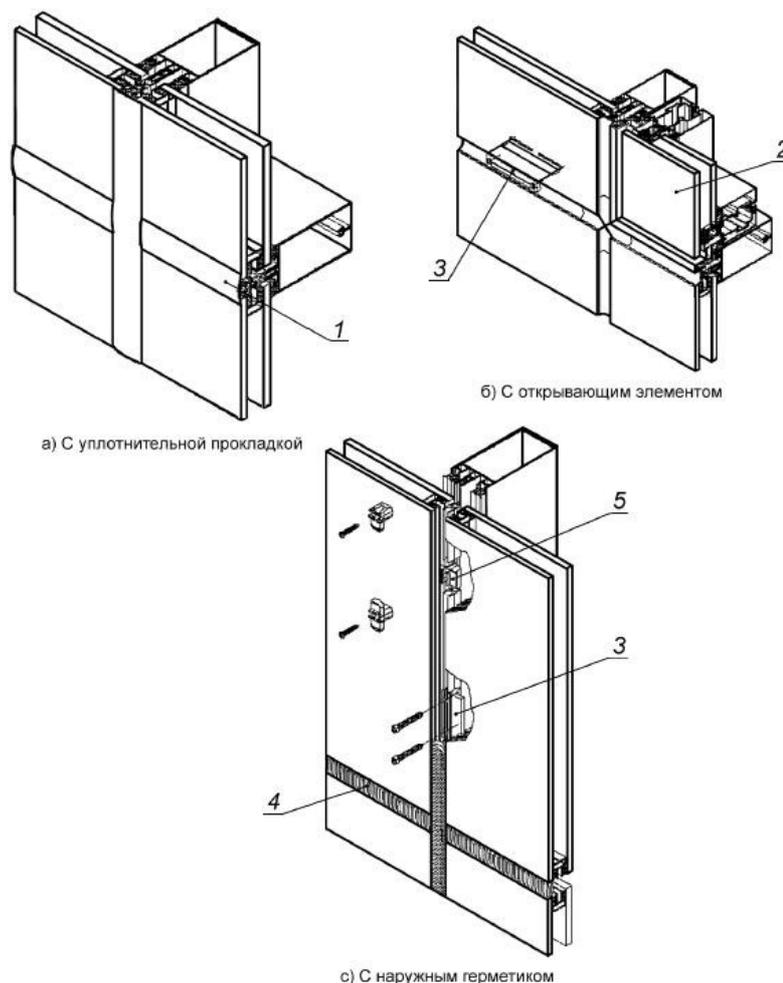


Рис. 35. Стоечно–ригельный фасад со структурным остеклением: *1* – уплотнительная прокладка; *2* – открывающийся элемент; *3* – стеклодержатель; *4* – герметик; *5* – косточка.

При структурном остеклении стеклопакеты крепятся на силиконовый герметик двумя способами:

- двухсторонним;
- четырёхсторонним.

Двухстороннее крепление осуществляется:

- на несущую конструкцию крепятся вертикальные и горизонтальные крепёжные элементы;
- на структурные силиконовые герметики приходится подвижная нагрузка, которая распределяется на две стороны, с двух других сторон нагрузку принимают механические крепления.

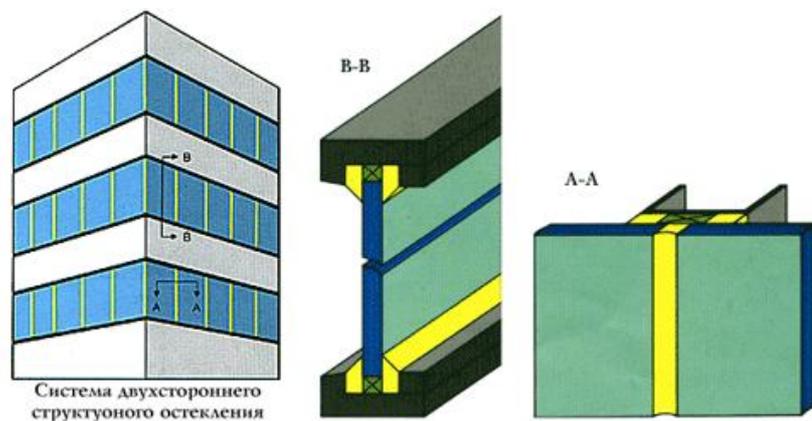


Рис. 36. Стоечно–ригельный фасад со структурным остеклением. Двухстороннее крепление.

При четырёхстороннем способе крепления с помощью герметика склеиваются все стороны стеклопакета. В зависимости от проекта собственный вес конструкции воспринимается либо несущими рёбрами, либо силиконовым слоем.

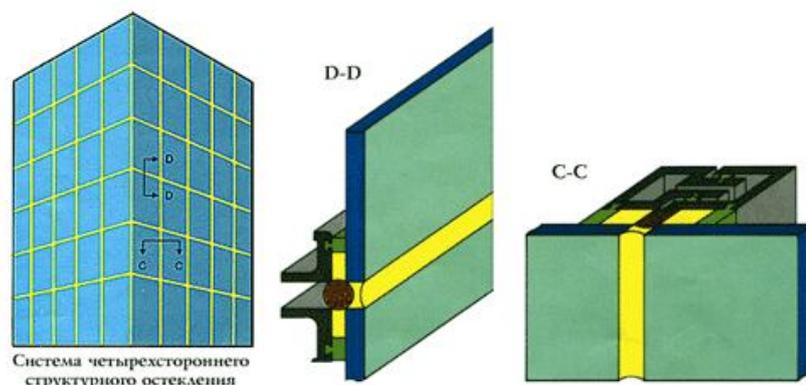


Рис. 37. Стоечно–ригельный фасад со структурным остеклением. Четырёхстороннее крепление.

Важная особенность структурного остекления заключается в особых стеклопакетах, которые могут иметь стекла разного размера.

Так, наружное стекло в них длиннее внутреннего за счёт чего оба стекла одновременно приклеиваются к опорной раме, тем са-

мым повышая прочность конструкции. Обычно, снаружи используют закалённое стекло, а внутри – триплекс.

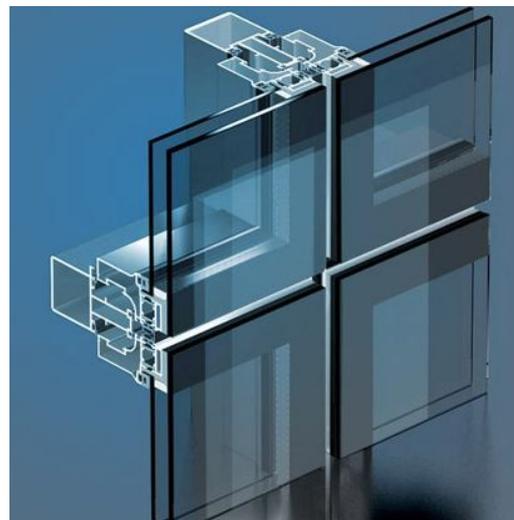
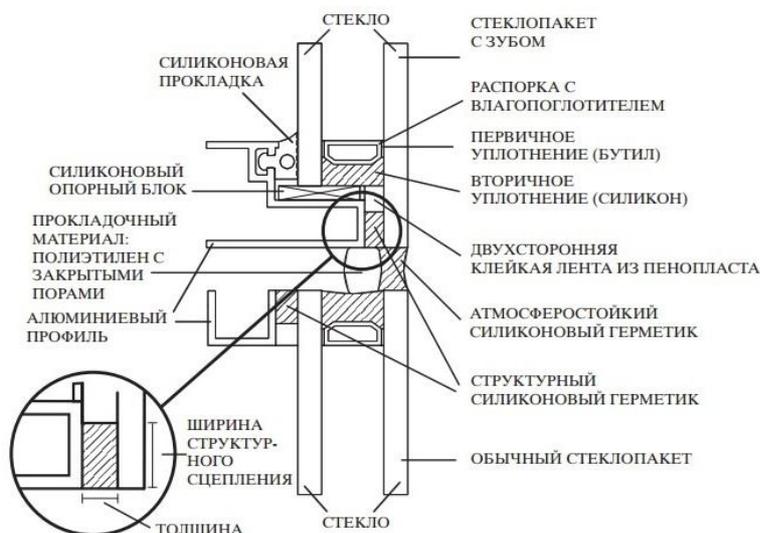


Рис. 38. Стоечно–ригельный фасад со структурным остеклением (вариант стеклопакета со стеклами разного размера).

Перед началом работ по устройству фасада осуществляется обработка конструкции, для того, чтобы между стёклами были минимальные швы размером 1 – 2 см, необходимые для компенсации температурных колебаний.

При структурном остеклении в фасадной системе используются только высококачественные профили и стеклопакеты, которые обладают высокими свойствами звуко– и теплоизоляции, они увеличивают способность структурной системы выдерживать большие нагрузки.

Преимущества структурного остекления:

- благодаря прозрачной конструкции структурного фасада в помещение проникает больше естественного света, здание приобретает лёгкость и современный внешний вид;
- структурное остекление имеет высокие показатели безопасности, оно устойчиво к ультрафиолетовым лучам, атмосферным осадкам и механическим воздействиям;
- эксплуатация структурного фасада проста и удобна; благодаря бесшовному соединению между стёклами не скапливается грязь и фасад всегда остаётся чистым.

5.3.2. Стоечно–ригельный фасад со полуструктурным остеклением – это фасадная система, в которой крепление осуществляется посредством специальных штапиков.

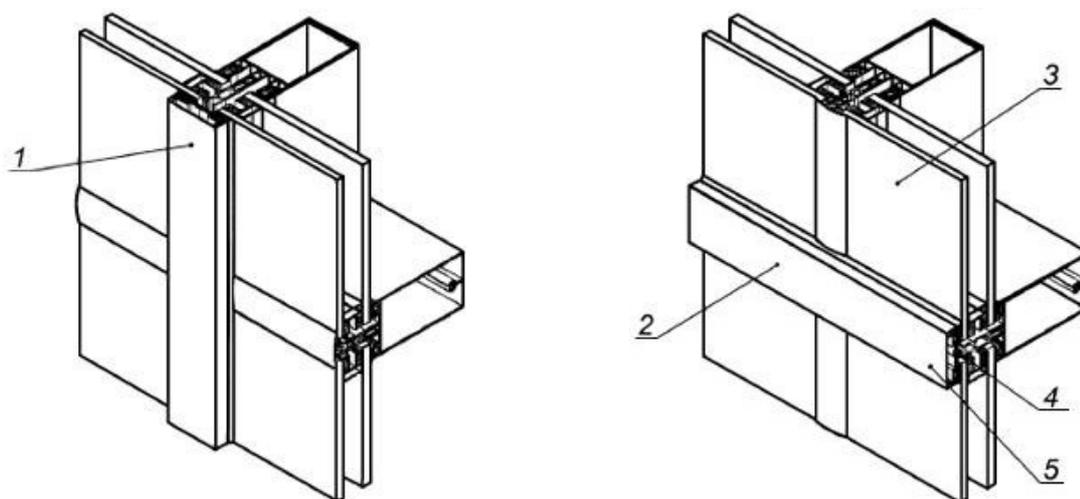


Рис. 39. Стоечно–ригельный фасад со полуструктурным остеклением: *1* – вертикальный видимый элемент крепления; *2* – горизонтальный видимый элемент крепления; *3* – стеклопакет; *4* – прижимная планка; *5* – декоративная планка

5.4. Модульный (элементный фасад): навесной фасад, состоящий из предварительно изготовленных, включая заполнение, модулей (элементов) высотой в один или несколько этажей и соединённых между собой.

Модуль – отдельно собранный готовый рамный элемент с заполнением. Поле модуля может иметь светопрозрачное или непро-

зрачное заполнение; конструктивно и визуально разделено шпросами, ригелями и стойками на более мелкие поля заполнения.

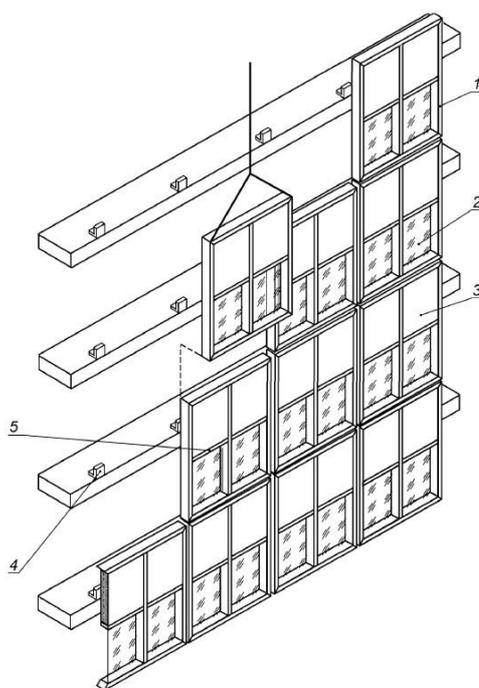


Рис. 40. Модульный фасад (схема): *1* – модульный элемент фасада; *2* – светопрозрачное заполнение; *3* – несветопрозрачное заполнение; *4* – кронштейн; *5* – шпроса.

Модульный фасад может выполняться со структурным и полуструктурным остеклением.

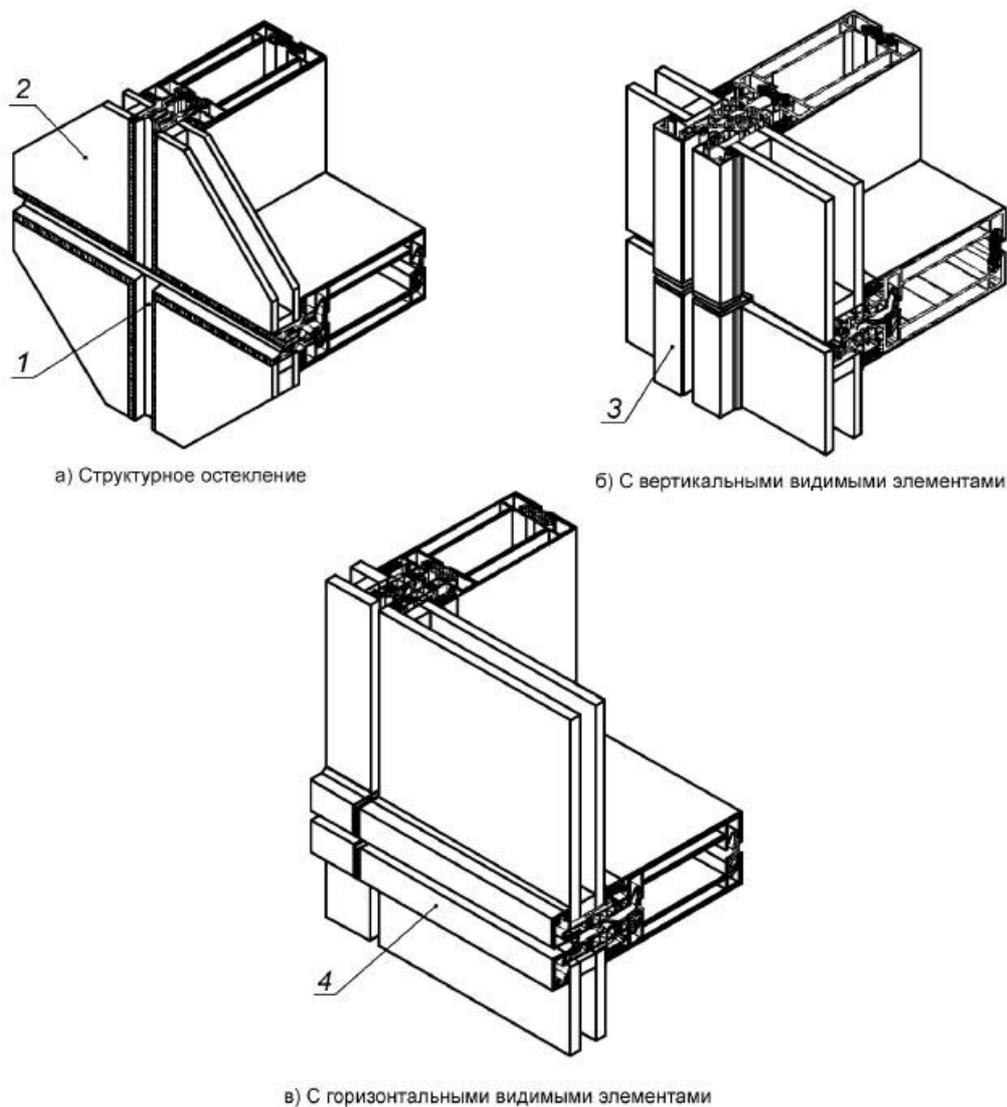


Рис. 41. Модульный фасад структурного и полуструктурного остекления: *1* – уплотнитель; *2* – стеклопакет; *3* – вертикальный видимый элемент крепления; *4* – горизонтальный видимый элемент крепления.

5.5. Алюминиевый профиль.

Алюминиевый профиль может нести все нагрузки (ветровые, эксплуатационные и т.д.) воздействующие на здание и передавать их на несущие конструкции здания (колонны, балки, плиты перекрытий и т.д.), в этом случае такой фасад будет называться самонесущим.

Самонесущий алюминиевый фасад

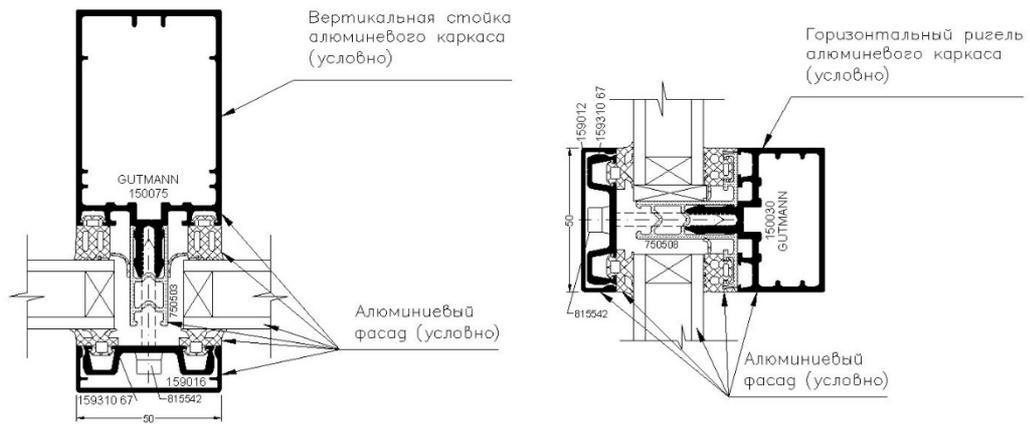


Рис. 42. Самонесущий алюминиевый фасад.

Если все нагрузки от алюминиевого каркаса передаются на подконструкцию, геометрически повторяющую алюминиевый переплёт, и уже она, в свою очередь, передаёт нагрузку на несущие конструкции здания, то такой фасад называется «по несущему каркасу».

Алюминиевый фасад по несущему каркасу

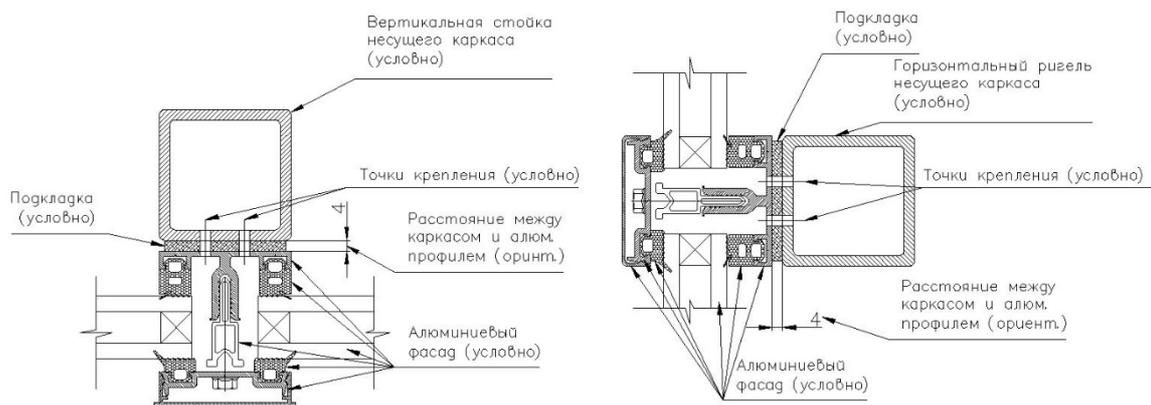


Рис. 43. Алюминиевый фасад по несущему каркасу.

Снаружи здания внешний вид самонесущего алюминиевого фасада практически не отличается от внешнего вида фасада по несущему каркасу.

Преимуществами самонесущего остекления являются:

- более быстрое изготовление и монтаж конструкций;
- эстетические характеристики,

Недостатком – более высокая цена конструкций по сравнению со схемой «по несущему каркасу», если в качестве несущего каркаса выступает стальной каркас.

В качестве стального каркаса могут использоваться различные стальные профили стандартного сечения. Выбор вида стального профиля должен осуществляться исходя из расчётов на все нагрузки, воздействующие на него, и с учётом внутренней отделки помещений (так, чтобы внутренняя отделка «спрятала» некрасивую стальную подконструкцию).

Преимуществом остекления фасада по несущему каркасу является возможность:

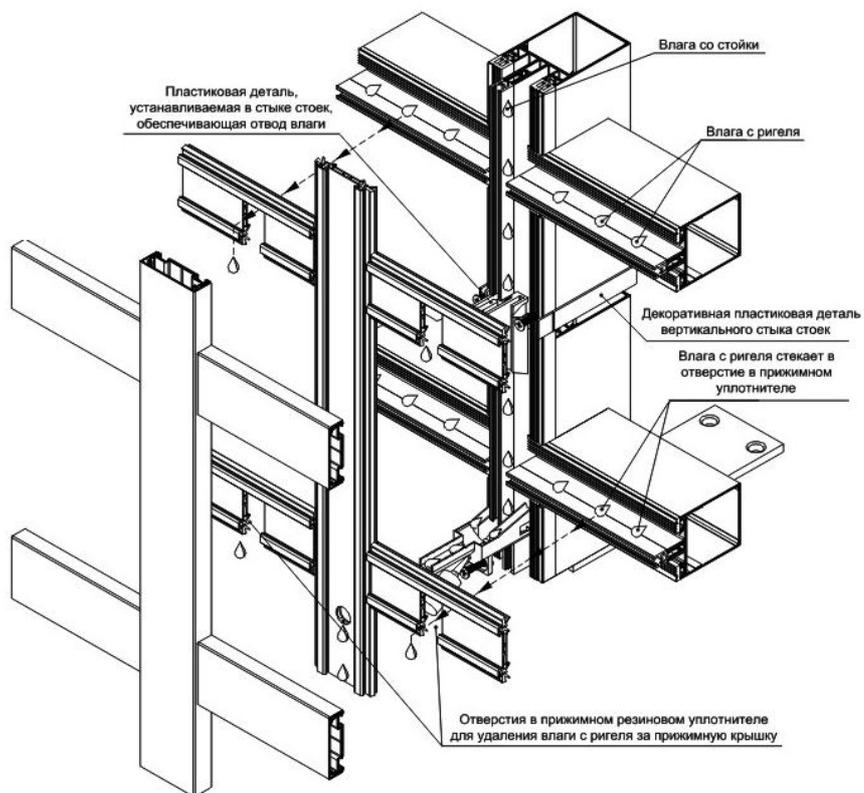
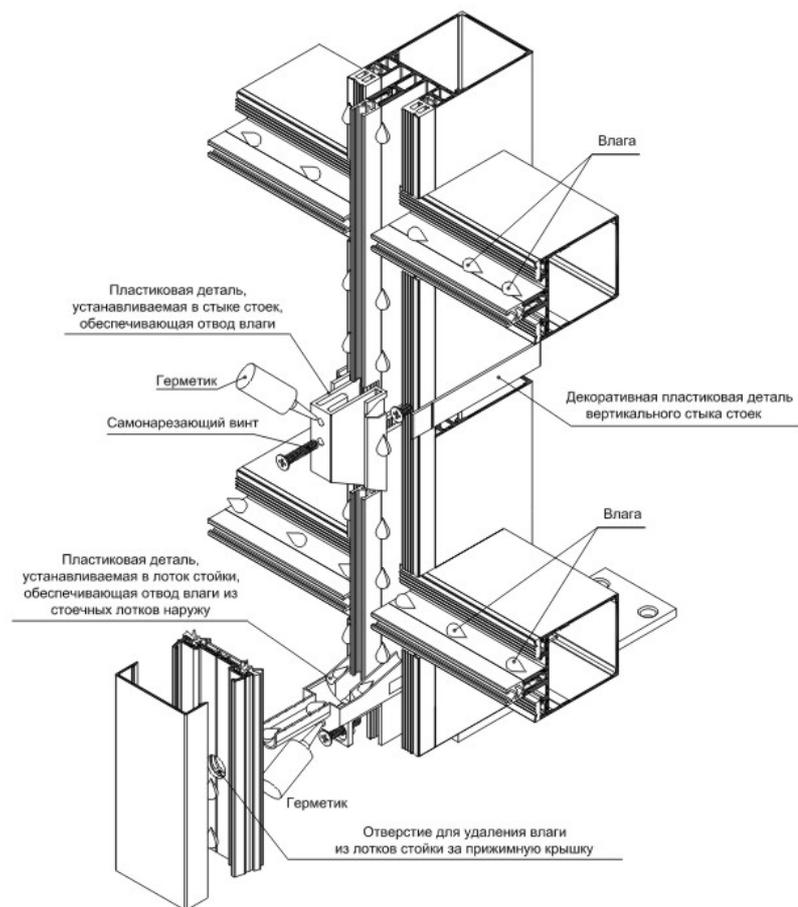
- изготовления алюминиевых деталей из погонажного профиля на строительном объекте «по месту»;
- перекрывать большие пролёты с меньшим количеством переплётов.

Но сам монтаж зачастую более трудоёмкий, т.к. несущий каркас может изготавливаться с отклонениями составляющих его элементов от проектного положения, а алюминиевая конструкция должна быть выставлена и закреплена строго по горизонтали и вертикали. Недостатком остекления по несущему каркасу является то, что возникают сложности с эстетическим оформлением зазора между алюминиевым профилем и несущим каркасом.

5.6. Отвод влаги.

Одним из самых главных минусов алюминиевого фасада по каркасу является проблема отвода влаги из алюминиевого горизонтального профиля в вертикальный.

В большинстве отечественных профильных фасадных систем этот вопрос не решён, и отвод влаги из горизонтального профиля в вертикальный не происходит, что может привести к появлению влаги на внутренних поверхностях алюминиевого профиля, стеклопакета, несущего каркаса и примыкающих поверхностей интерьера. В европейских системах его решению уделяется особое внимание.



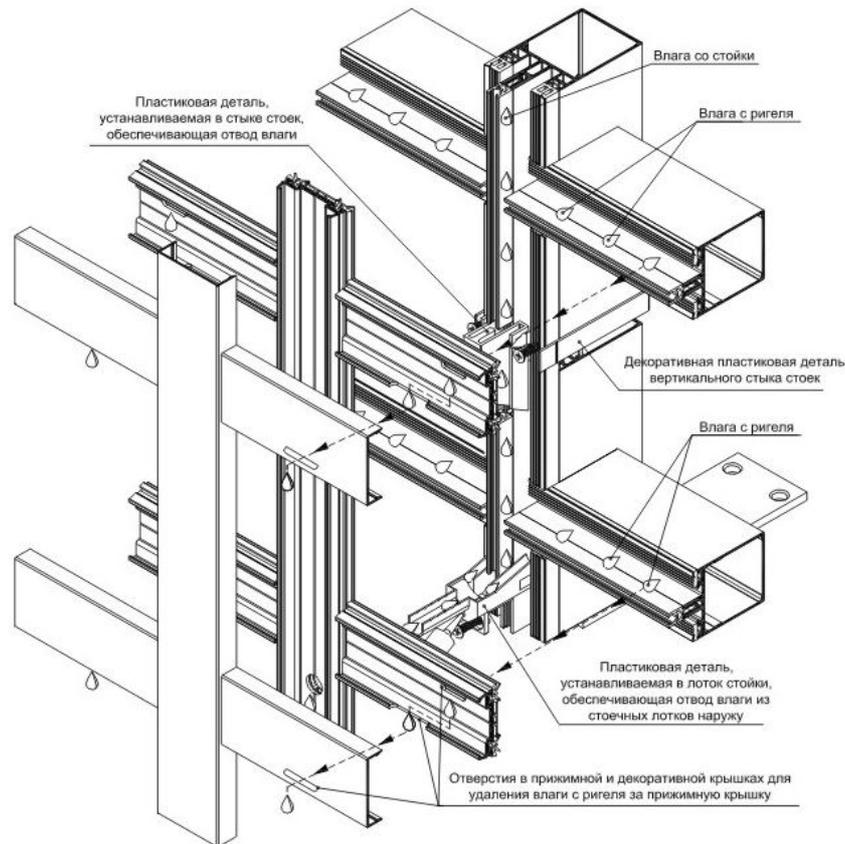


Рис. 44. Системы водоотвода и вентиляции стоечно–ригельного фасада IF50.

5.7. Спайдерное остекление.

Основным отличием спайдерного остекления от других способов возведения светопрозрачных конструкций является отсутствие несущих рам между панелями, поскольку их фиксация осуществляется специальными приспособлениями.

По этой технологии стекло через заранее просверленные отверстия крепится с помощью рутелей к спайдеру, который представляет собой пространственный кронштейн из высоколегированной стали. Щели между ними заливают силиконовым герметиком.

Разнообразие форм и типоразмеров этих фиксирующих элементов позволяет выбрать модель, соответствующую необходимым расчётным нагрузкам и пожеланиям заказчика по декоративному оформлению фасада здания.

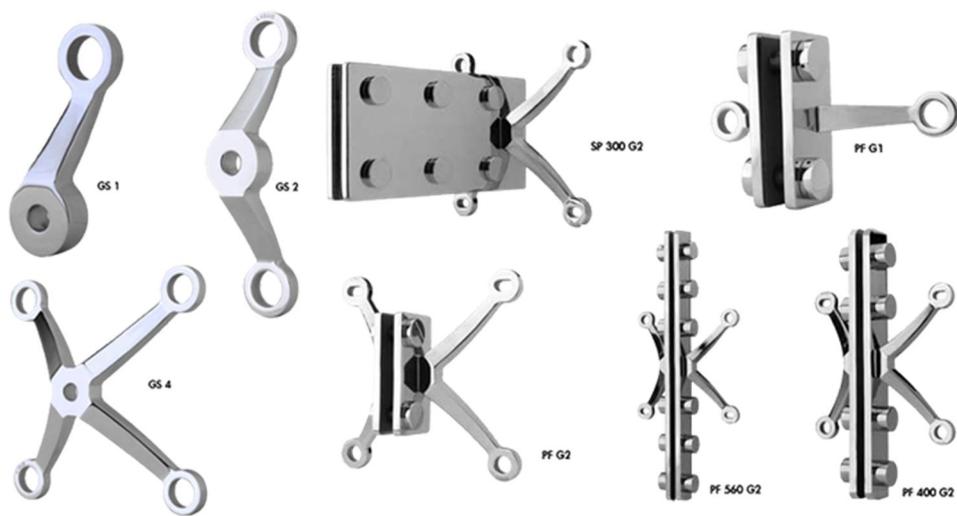


Рис. 45. Крепёжные элементы спайдерного остекления

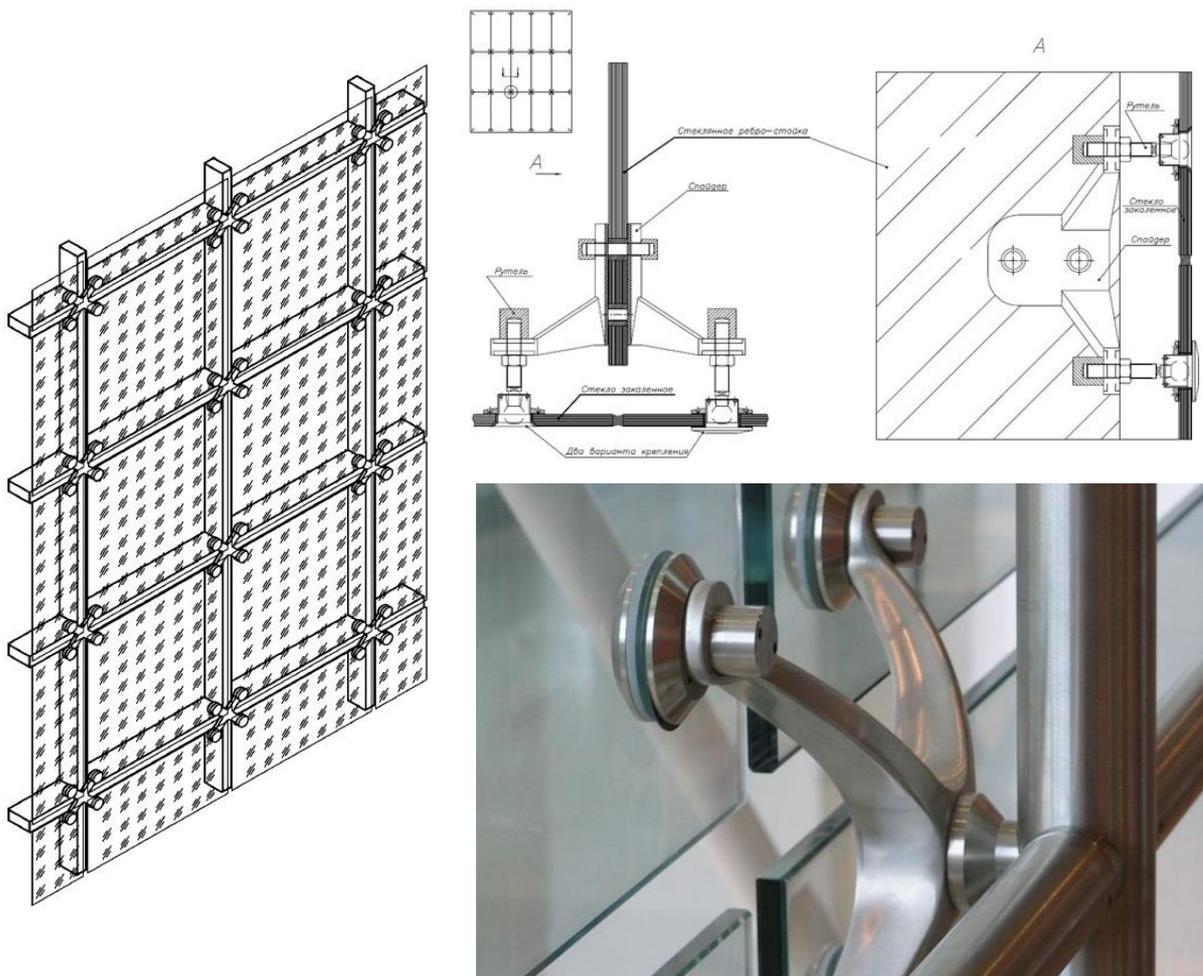


Рис. 46. Спайдерное остекление.

Благодаря конструкции, которую имеет спайдер, остекление может выполняться стыковкой панелей под любым углом, а нагрузка равномерно распределяется во всех точках крепления.



Рис. 47. Спайдерное остекление козырька входа.

Это позволяет проектировать здания разнообразных форм, однако требует тщательных расчётов с учётом коэффициентов линейного расширения стекла и металла, а также возможной их деформации и преждевременного разрушения.

Особенности конструкции спайдерной системы остекления обеспечивают:

- возможность реализации любых архитектурных замыслов, независимо от их сложности;
- замену громоздких строений на воздушные лёгкие конструкции;
- максимальную безопасность при установке закалённого стекла;
- устойчивость к воздействию внешних факторов и окружающей среды;
- высокую скорость монтажа, поэтому спайдерная система остекления фасадов позволяет снизить сроки строительства;

- минимизацию несущих конструкций, что даёт возможность сэкономить материалы и снизить нагрузку на здание в целом;
- долговечность и экономичность в использовании при сравнительно небольших затратах на обслуживание;
- предельно допустимая возможность проникновения солнечного света, поэтому спайдерное остекление является причиной значительного снижения затрат на электроэнергию и отопление;
- простоту ремонта и своевременную замену стёкол при их повреждении;
- комфорт при эксплуатации и минимальные требования к обслуживанию.

Снаружи спайдерные системы остекления представляют сплошную поверхность с еле различимыми швами, которые не влияют на восприятие архитектурного облика здания, а благодаря герметикам, обеспечивается высокий уровень теплоизоляции и защиты от влаги.



Рис. 48. Спайдерное остекление фасада.

Все составные элементы спайдерного остекления фасадов: стекло, крепёжные детали, металлические конструкции и герметики подбираются на основе расчётов, основанных на данных о назначе-

нии объекта, предполагаемых нагрузках, его расположении, климатических условиях и т.д.

Основным элементом спайдерного остекления является стекло, цена которого может составлять до 70 % от общей стоимости проекта. Оно обеспечивает целостность всего сооружения, поэтому должно соответствовать требованиям технической документации и пожеланиям заказчика по дизайну.

Использование определённого вида стеклянных панелей зависит от того, где предполагается выполнять спайдерное остекление фасадов.

Если требуется теплоизоляция помещений, то применяются стеклопакеты, в иных случаях – триплекс и (или) закалённое стекло. Заделка швов подготовленной системы выполняется специальными герметиками.

Для фиксации панелей применяются различные крепёжные элементы – рутели, коннекторы и спайдеры, остекление без которых выполнить невозможно. Крепления выполняются из нержавеющей стали.

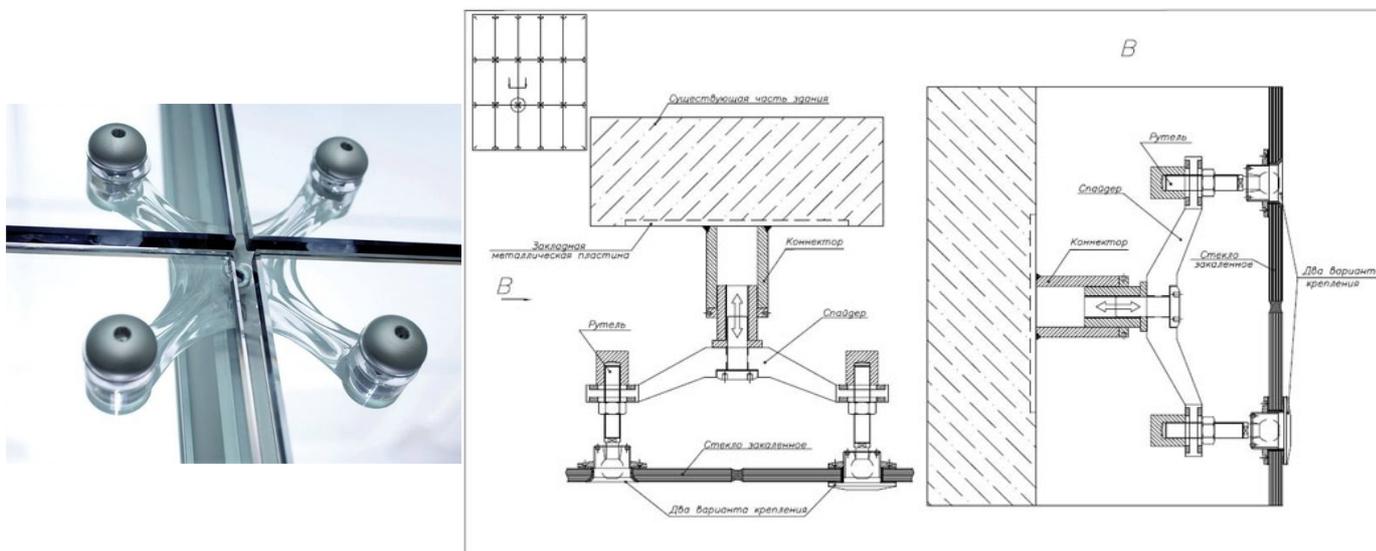


Рис. 49. Спайдерное остекление фасада. Крепление стекла.

Вид поверхности спайдера зависит от обработки и может быть сатинированной, зеркальной или крашеной краской PVF.

Помимо неоспоримых достоинств спайдерные системы остекления имеют и некоторые недостатки – отсутствие отлаженной

технологии и методики расчёта крепления стекла и спайдеров приводит к большому количеству повреждений панелей при монтаже.

Кроме того, такая система отличается значительными финансовыми затратами и необходимостью использовать труд высококвалифицированных специалистов, которых пока недостаточно.

Использование комплектующих, которые не соответствуют по своим техническим параметрам вычисленным данным, может повлечь за собой разрушение фасада здания.

5.8. Вантовое остекление.

Данный вид светопрозрачных фасадов появился совсем недавно, но быстро стал престижным. Является он разновидностью спайдерной системы остекления.

Технология крепления исключает соединение стеклопакетов с помощью рам и перегородок. Они монтируются точечным способом с помощью натяжных конструкций.

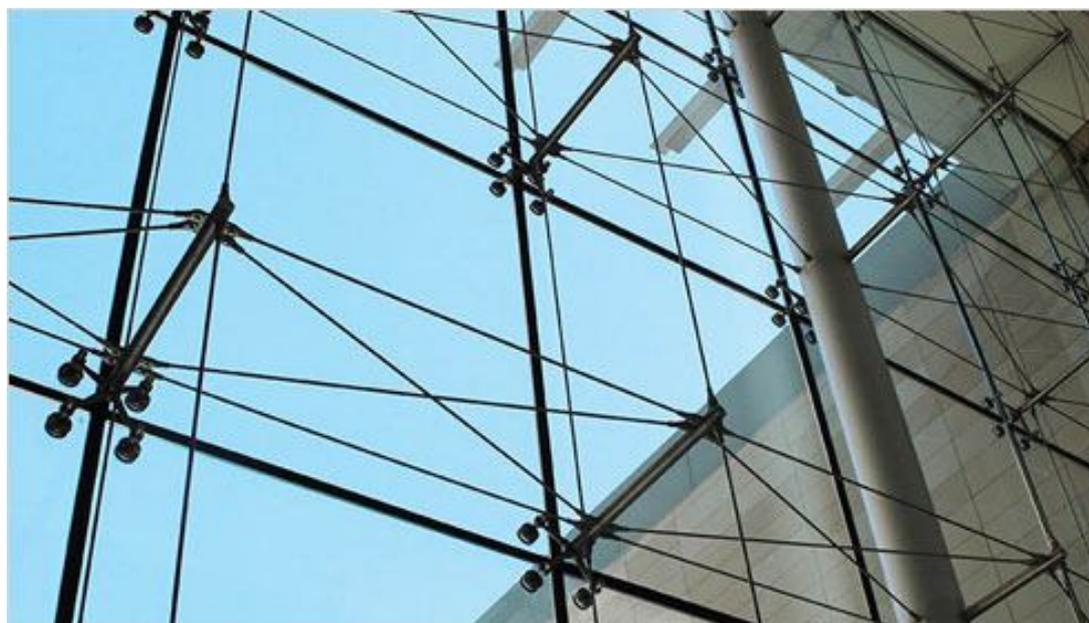


Рис. 50. Вантовое остекление фасада

В безрамном остеклении фасадов стеклу предъявляют особые требования, ведь на него приходится основная часть нагрузки.

Помимо хорошей пропускной способности света, оно должно быть прочным. Поэтому используют закалённое стекло или триплекс.

Как и в спайдерной системе, вантовое остекление фасадов зданий имеет разные геометрические формы и размеры.

Поверхность стен может быть плоской, а также криволинейно гладкой.

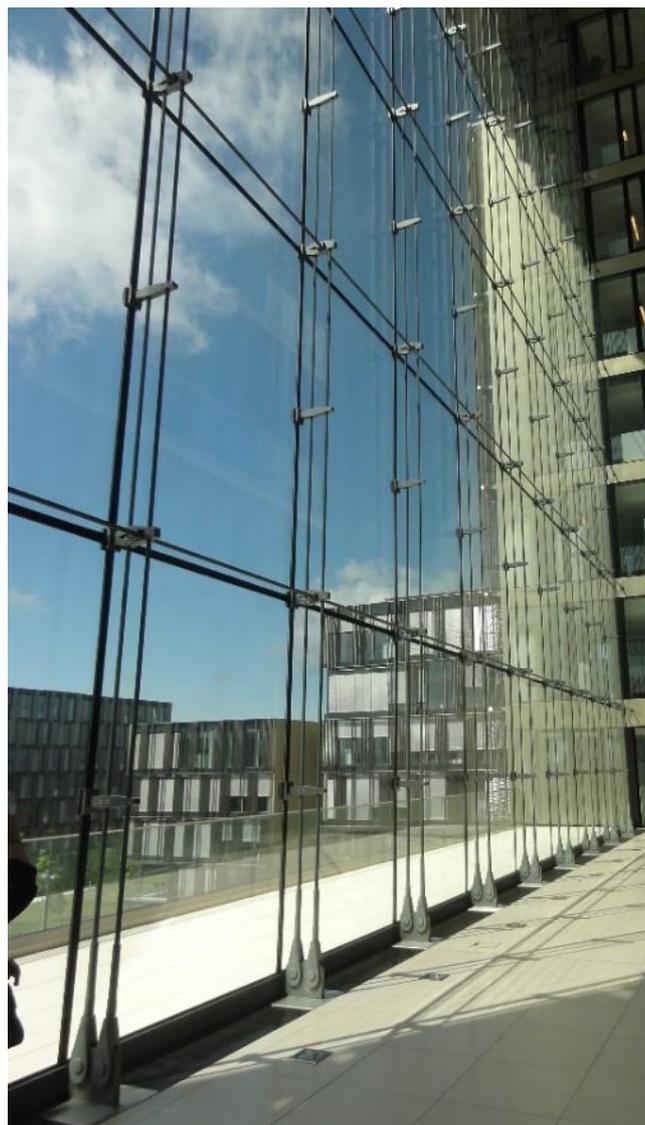
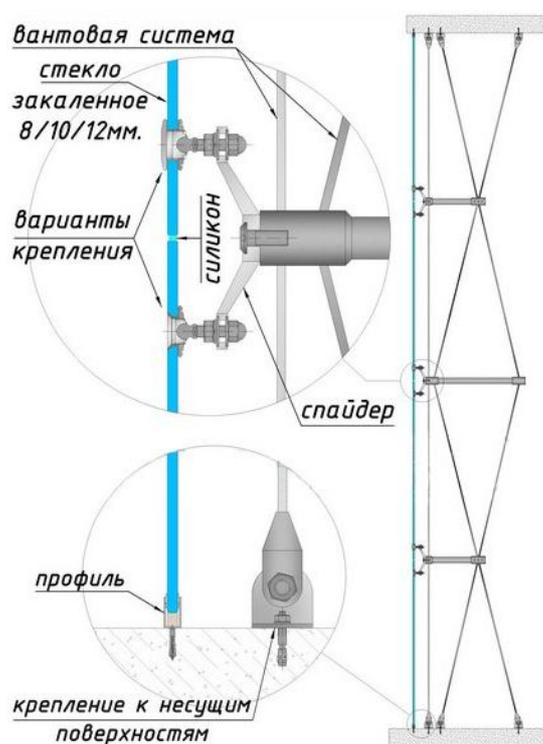


Рис. 51. Вантовое остекление. Thyssen-Krupp-Quartier-Essen-Q1.



Рис. 52. Thyssen-Krupp-Quartier-Essen-Q1. Планы 1, 2, 3, 7 этажей, разрез. Фасад (фото)

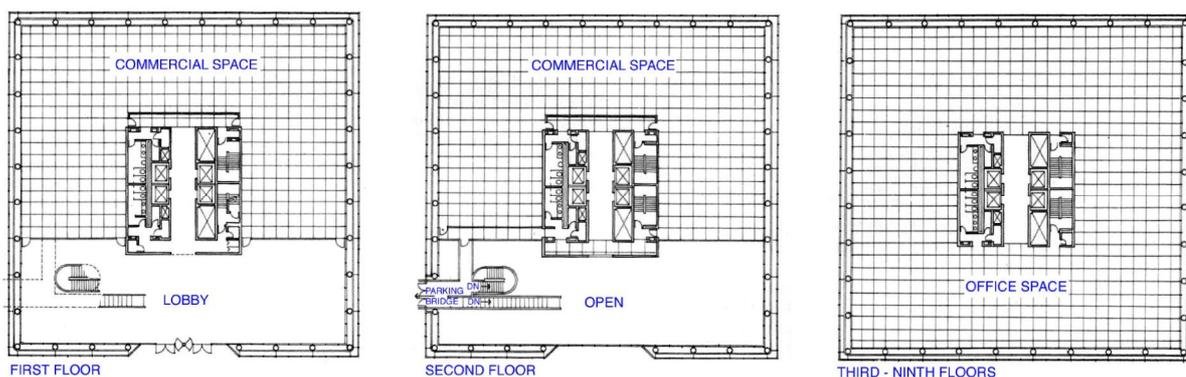


Рис. 53. Офисное здание Occidental Chemical building в городе Ниагара Фолс, штат Нью-Йорк, архитектор Ле Корбюзье.

Внешняя оболочка двойного фасада (климатического фасада) может быть навешана как на несущие конструкции здания (из кирпича, бетона), так и на светопропускающую конструкцию.

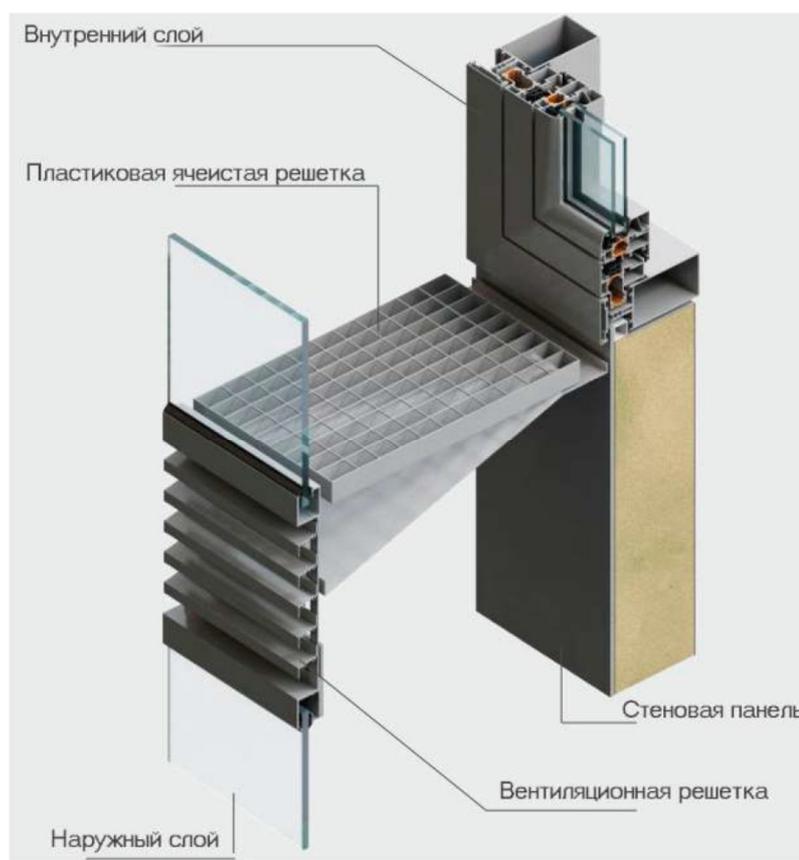


Рис. 54. Конструкция двойного фасада «Double Skin»

Физика «работы» данного фасада состоит в том, что между двумя фасадами оставляется воздушный промежуток, в котором циркулирует воздух за счёт перепада температур, давлений.

Расстояние между слоями климатического фасада составляет от 20 до 200 см (обычно это 80...100 см) и более; слои состоят из, как правило, низкоэмиссионного стекла.

В общем случае межстекольное пространство представляет из себя канал для прохода воздуха, который может сообщаться с улицей, с помещениями и системой вентиляции при помощи открывающихся заслонок.



Рис. 55. Двойной фасад Шанхайской башни.

Пространство между слоями служит не только каналом циркуляции воздуха; здесь размещаются электроприводы внутренних и наружных фрамуг, солнцезащитные устройства, трапы–проходы для обслуживания и т.п.

Работа Двойного фасада зимой: Приточный воздух поступает через открытые наружные фрамуги, проходит в межстекольное

пространство, где подогревается за счет теплых стен и солнечной энергии, и поступает в помещения.

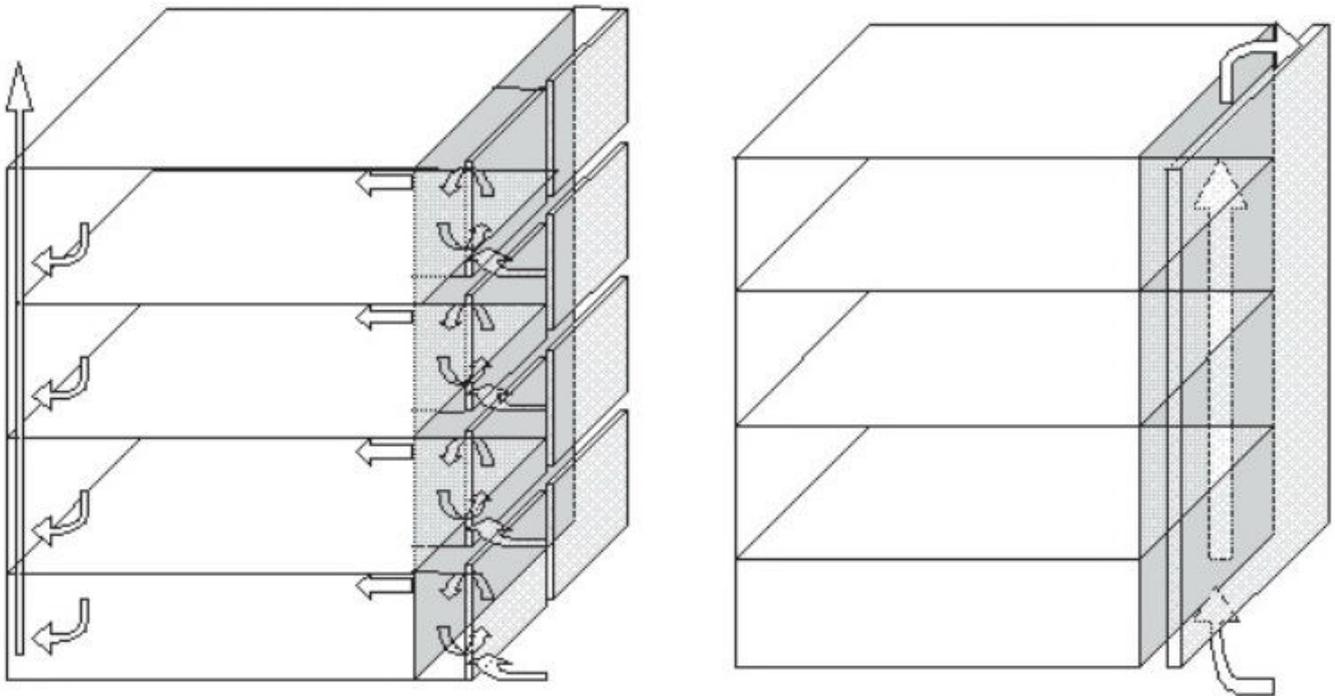


Рис. 56. Принцип работы Двойного фасада зимой и летом.

Функционирование Двойного фасада летом: За счет естественной тяги вдоль фасада идет непрерывный поток уличного воздуха, позволяющий несколько охладить здание без использования искусственного холода.

Вентиляция устраивается либо поэтажная, либо через этаж (на внешнем фасаде устанавливаются специальные решётки).

Устройство вентиляции на всю высоту здания не целесообразно, так как это требует применения дорогостоящих насосов, которые будут качать воздух.

Оптимальным является обеспечение не только вертикальной, но и горизонтальной циркуляции воздуха в воздушном промежутке между двумя фасадами. Благодаря вертикальной и горизонтальной циркуляции воздуха строение охлаждается естественным путём.

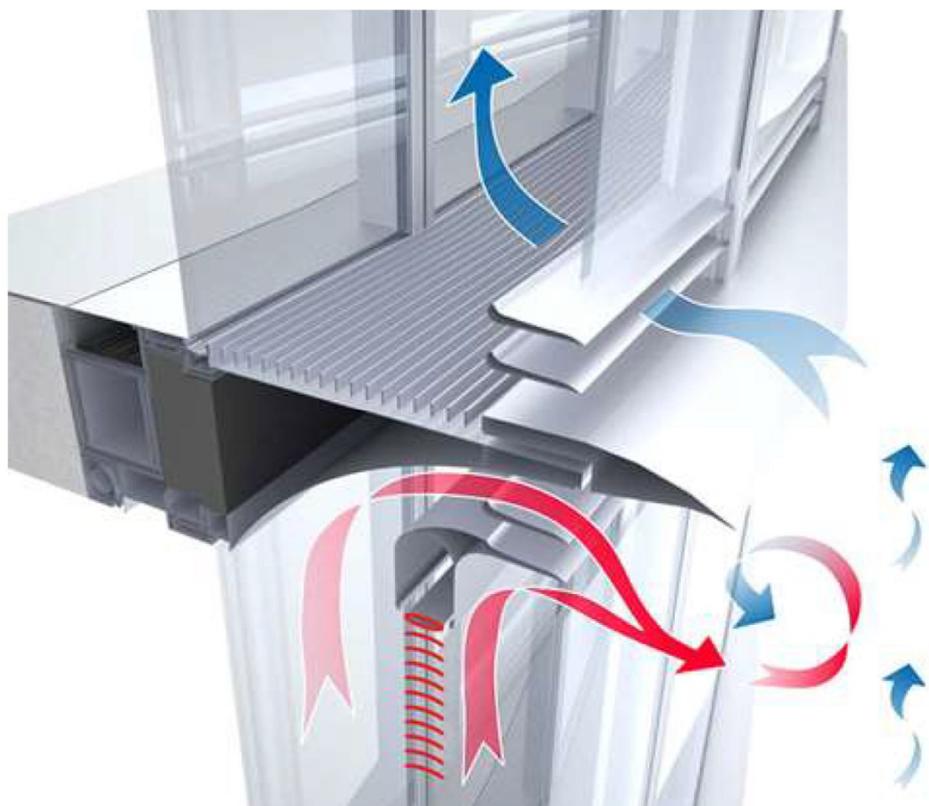


Рис. 57. Вентиляция (поэтажная) двойного фасада «Double Skin»

Дополнительная оболочка улучшает и звукоизоляцию здания. Однако при проектировании такого фасада необходимо помнить, что внешняя оболочка сама может способствовать распространению шума из одного помещения в другое через межфасадное пространство. Чтобы предотвратить нежелательный эффект, между первичным и вторичным фасадами устраивают специальные перегородки или прокладывают звукопоглотители.

Любое строение под воздействием ветра испытывает перепады давления между наветренной и подветренной стороной, а также действие сквозных потоков воздуха через оконные и дверные проёмы, щели, неплотные стыки.

Вторичный фасад хотя и не приводит к устранению таких сквозняков, однако существенно сглаживает их протекание во времени. При порывах ветра воздушные массы, сталкиваясь с наружной оболочкой, рассеиваются и по достижении первичного фасада существенно теряют свою силу.

5.9.1. «Buffer System» (буферная система) состоит из двух слоёв остекления установленных на расстоянии 250 – 900 мм. друг от друга с закрытым воздушным пространством. Данный вид фасадов был разработан почти 100 лет назад, чтобы увеличить звуко- и теплоизоляцию, при этом не сокращая количества дневного света проникающего в здание.

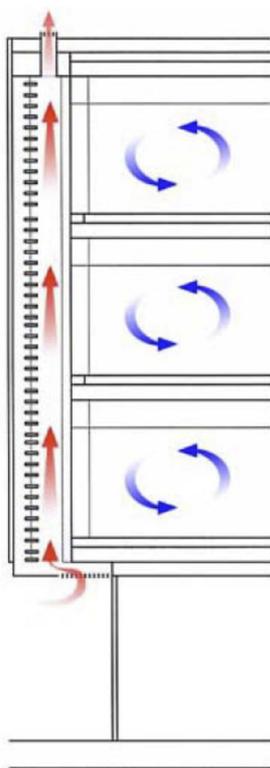


Рис. 58. «Buffer System» (буферная система).

5.9.2. «Extract Air System» (система извлечения отработанного воздуха). Состоит из двух стеклопакетов, а воздушное пространство между ними является частью вентиляционной системы здания. Отработанный воздух при помощи вентиляторов извлекается через полость между стёклами, в то время как внешний слой стекла минимизирует потерю тепла помещениями здания.

Устройство защиты от солнечных лучей устанавливается в полость между стёклами. Как и в первой системе расстояние между стёклами 250 – 900 мм, что обеспечивает доступ для очистки и обслуживания.

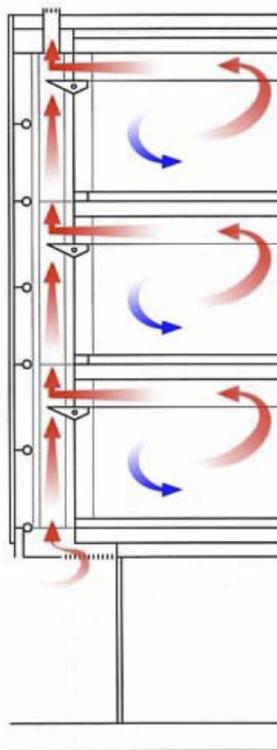


Рис. 59. Extract Air System (система извлечения отработанного воздуха)

Данный вид системы устанавливается в тех зданиях, где естественная вентиляция не возможна, например, в местах с повышенным уровнем шума, ветра или дыма.

Видимым недостатком данной системы является то, что не возможна регулировка микроклимата в отдельных помещениях. Так же работа данной системы не снижает потребности в обеспечении здания энергией, так как вентиляция обеспечивается механическим путём.

5.9.3. «Twin Face System» (Двойная фасадная система). Отличие этой системы от других в том, что на внешней поверхности имеются открывающиеся фрамуги, что обеспечивает естественную вентиляцию, хотя внешняя оболочка в главной мере предназначена для защиты от внешних воздействий погоды, открывающиеся части предназначены ещё и для снижения ветровых воздействий в высотных зданиях.

Положительным фактором является то, что у находящихся в помещении людей есть доступ к свежему воздуху без влияния на них внешнего шума ведь окна на наружной поверхности размещены на расстоянии от окон на внутренней поверхности.

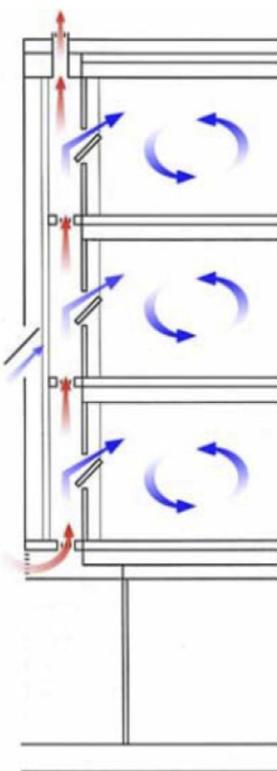


Рис. 60. Twin Face System (Двойная фасадная система)

Используя все виды двойных фасадных систем на протяжении долгого времени была разработана новая система получившая Hybrid System (гибридная система) особенностью данной системы является то, что в каждом отдельном случае в эту систему объединялись составляющие всех трёх предыдущих систем учитывая особенности и требования в различных ситуациях.

В последние 15 лет устройство двойных фасадов становится все популярнее, однако до настоящего времени не существует однозначного отношения к таким конструкциям.

Двойные фасады обеспечивают лучшую защиту от солнца, чем другие виды конструкций. Дополнительный внешний слой остекления сокращает инсоляцию как минимум на 10%, а створки

жалюзи в промежуточном пространстве между слоями фасада снижают этот показатель на 50–60% по сравнению с внутренними створками.

Плюсы климатического фасада не безусловны. Несмотря на длительную историю, климатическим фасадам далеко до триумфального шествия по миру, и проектировщики до сих пор испытывают колебания в вопросе применения или неприменения их к данному зданию.

Что их сдерживает:

1. Повышенные капитальные затраты. Стоимость сооружения для Западной Европы, за 1 м²:
 - стандартный фасад – 300...500 евро;
 - «простой» климатический фасад – 600...800 евро;
 - климатический фасад с регулированием потока воздуха – 700...1000 евро;
 - климатический фасад с открывающимися фрамугами 800...1300 евро, американцы оценивают затраты на климатический фасад в 175% от стоимости обычного остекления.
2. Климатический фасад уменьшает полезную площадь помещений при заданных габаритах здания.
3. Очистка и техническое обслуживание внутренних поверхностей климатического фасада, несомненно, станет дополнительной статьей расходов для владельца здания. Эксплуатационные издержки на содержание фасада, за 1 кв.м:
 - стандартный фасад 2,5...3,5 евро
 - климатический фасад 4...7,5 евро и это не учитывая затраты на мойку
4. При пожаре дым может перетекать из одного помещения в другое через внутреннее пространство КФ; возможна передача тем же путем запахов, звуков или вирусов (в больничных зданиях). Этот недостаток смягчается путем некоторого усложнения системы – внутреннее пространство фасада делится перегородками на вертикальные или горизонтальные отсеки.
5. Возможность конденсации атмосферной влаги на внутренних конструкциях фасада.

6. Естественная вентиляция не допускает предварительной фильтрации воздуха.
7. Ручное несистематическое открытие фрагм по желанию обитателей здания может придавать фасаду неряшливый, «растрепанный» вид.

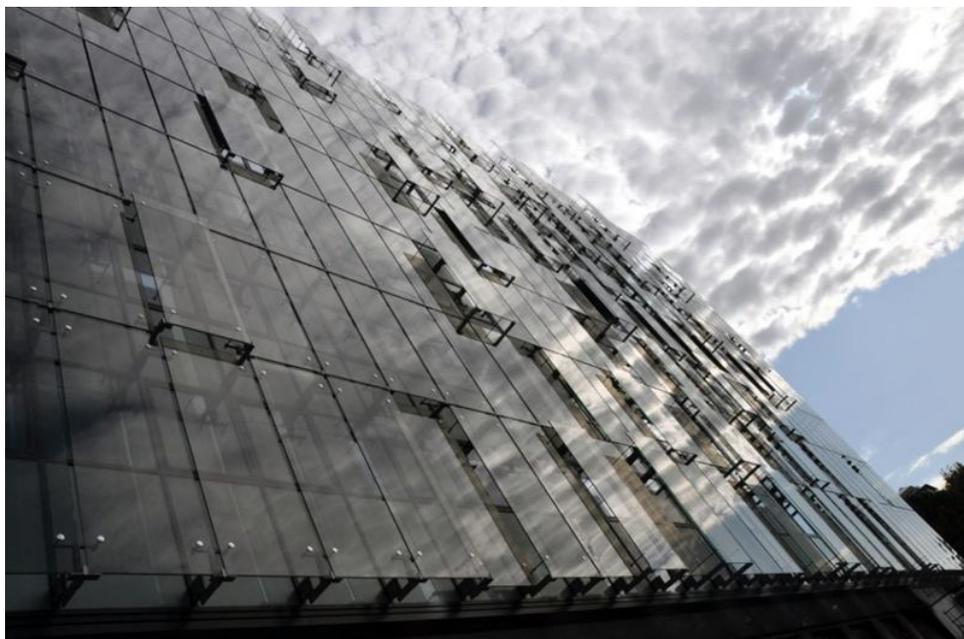


Рис. 61. Климатический фасад. Проветривание.

Наиболее значительный опыт эксплуатации зданий с КФ накоплен немецкими инженерами, что дает возможность описать некое типовое здание с климатическим фасадом применительно к условиям Германии. Как правило, это деловой высотный центр, остекление которого выполнено из энергоэффективного низкоэмиссионного стекла.

Вопрос о применении климатических фасадов остается открытым и имеет как сторонников, так и яростных критиков. Наиболее широко КФ применяют в Европе, и лидером здесь, как уже говорилось, является Германия. Проектировщики же США, где вопрос экономии энергии стоит не так остро, как в Старом Свете, пока с осторожностью применяют систему на практике.

Эксперты–противники отстаивают ту точку зрения, что преимущества климатических фасадов неочевидны и их можно «купить» гораздо дешевле за счет просто более качественной теплоизоляции наружных стен.

Гараж Channel Center в Бостоне, США. Архитекторы Spalding Tougias Architects, Inc

Один из фасадов здания гаража решён с использованием вертикальных перфорированных металлических лент. При этом возникает ощущение, что ленты сделаны совсем не из металла, а из бумаги и даже слегка колышутся на ветру.

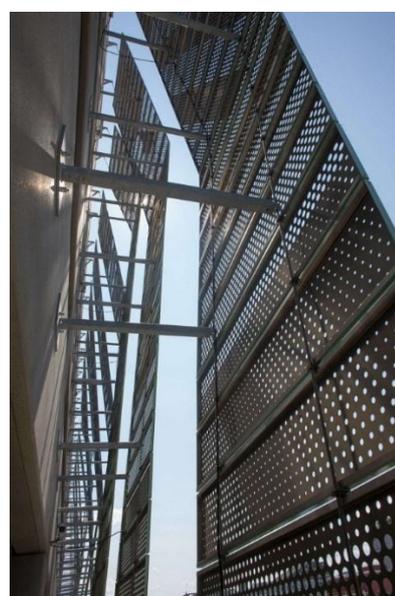


Рис. 62. Channel Center в Бостоне на 970 машиномест и 100 велосипедов, США. 2013 г.

Каркас здания выполнен из монолитного железобетона.

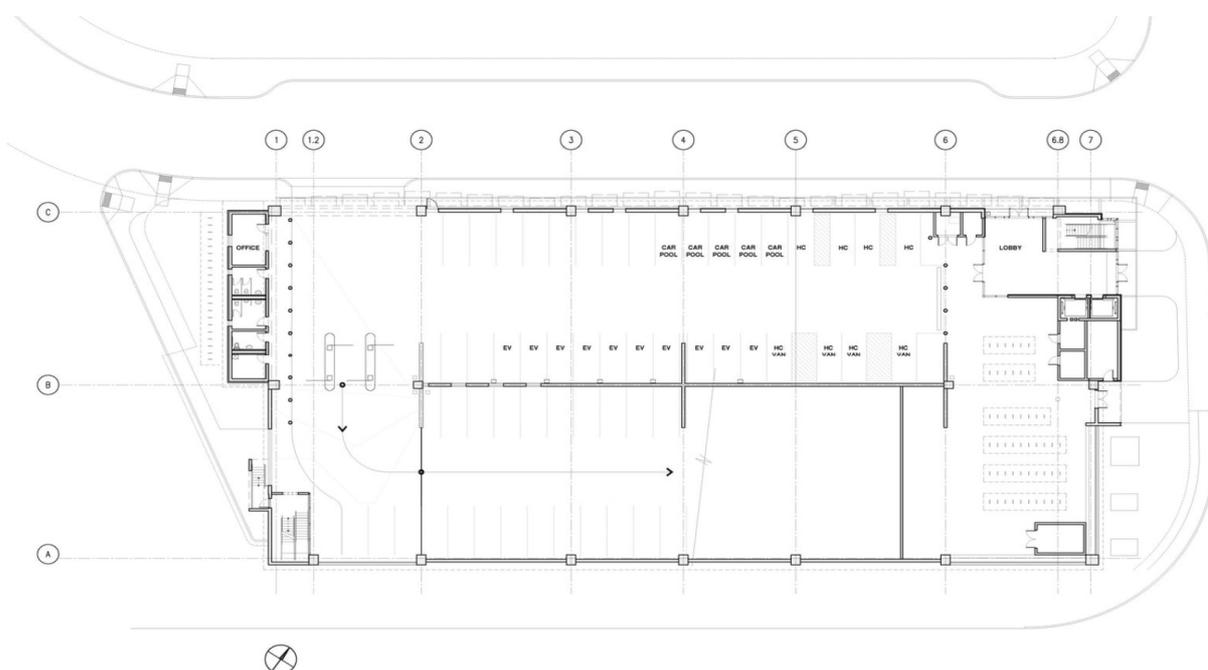


Рис. 63. Channel Center план, здание гаража во время строительства.

Другим примером выполнения навесного фасада с облицовкой может служить гараж в Санта-Монике, США. Архитектурное бюро Behnisch Architekten.

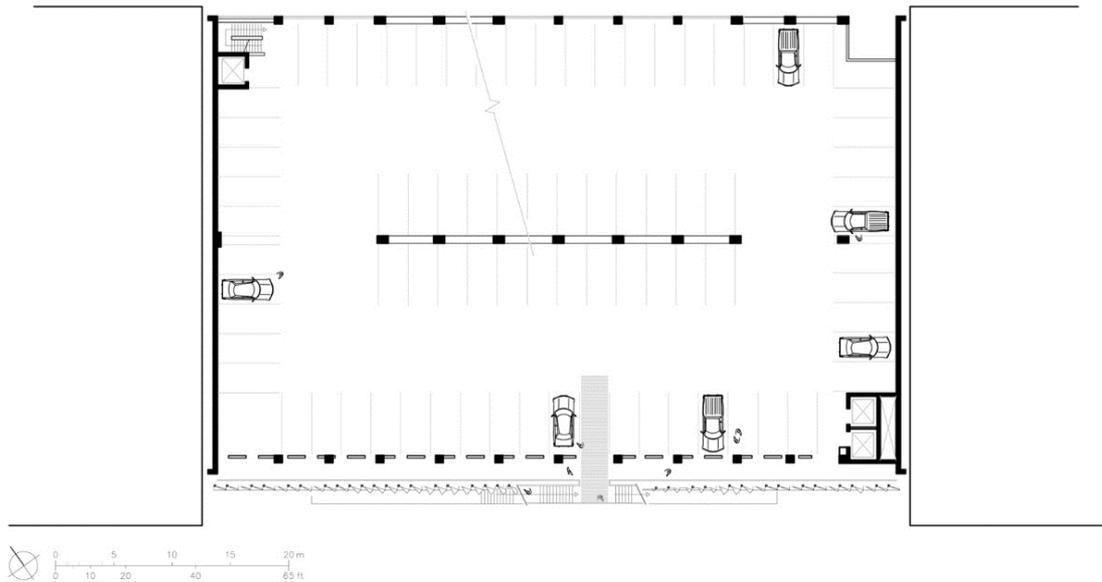


Рис. 64. Гараж в Санта–Монике, США. Архитектурное бюро Behnisch Architekten, 2013.

Фасад здания функционирует как экран для улучшения освещения внутри помещений гаража.

Экран состоит из металлических панелей, которые изогнуты наружу, чтобы захватывать и перенаправлять «солнечный свет с высоким углом» в глубины здания.

Часть фасада перфорируется, чтобы пропускать «свет с низким углом» непосредственно в гараж и обеспечивать высокую сте-

пень прозрачности. Эта комбинация позволяет большему количеству света проникать в гараж в течение более длительного периода.

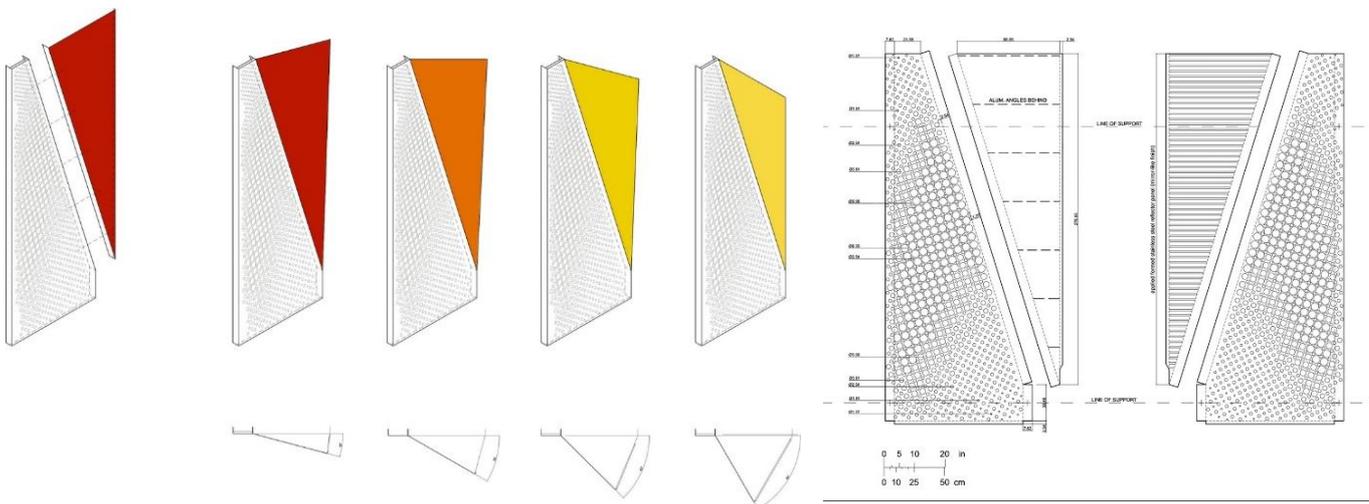
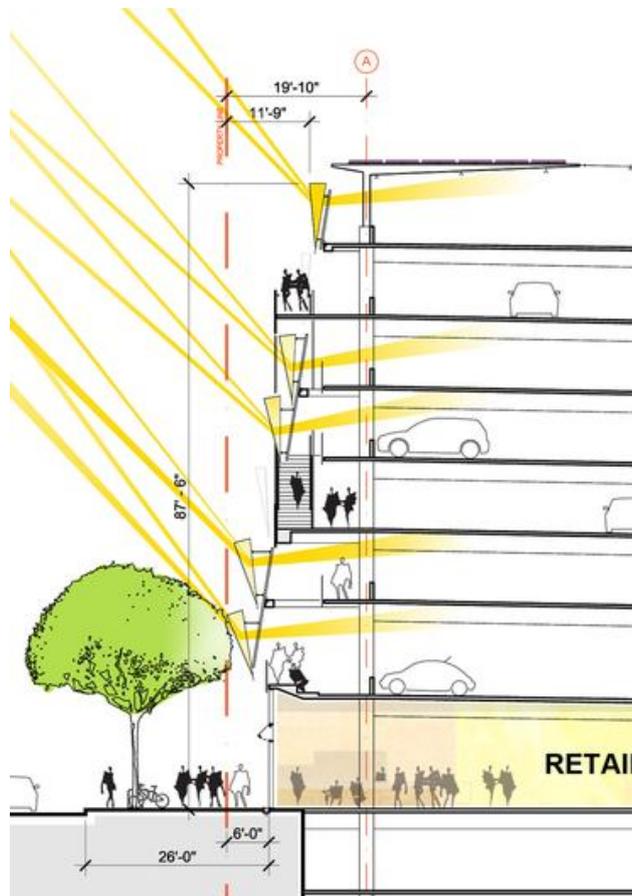


Рис. 65. Гараж в Санта-Монике, США. Фасадные панели.

С улицы прозрачный фасад кажется постоянно меняющимся фоном для пешеходов и автомобилей.



Рис. 66. Гараж в Санта–Монике, США. Фасад.

Этот динамический фасад не только обеспечивает функциональный осветительный аспект для парковки, но и создает сильную идентичность, оживляя городской пейзаж.

Литература.

1. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384–ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
2. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123–ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261–ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
4. Постановление от 26 декабря 2014 г. № 1521 года утвердило «Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»»
5. СП 50.13330.2012 «СНиП 23–02–2003» Тепловая защита зданий»
6. СП 54.13330.2011 «СНиП 31–01–2003 «Здания жилые многоквартирные».
7. Фасадные теплоизоляционные системы с воздушным зазором. Рекомендации по составу и содержанию документов и материалов, представляемых для технической оценки пригодности продукции. – М.: Госстрой России, 2004 .
8. Рекомендации по проектированию и монтажу многослойных систем наружного утепления фасадов зданий. – М.: Москомархитектура, 2001.
9. Рекомендации по проектированию навесных фасадных систем для нового строительства и реконструкции зданий. – М.: Москомархитектура, 2002.
10. Рекомендации по проектированию навесных фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором для нового строительства и реконструкции зданий. – М.: Москомархитектура, 2002.
11. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве систе-

- мы с вентилируемым воздушным зазором «МАРМОРОК». – М.: Москомархитектура, 2001.
12. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором «КРАСПАН». – М.: Москомархитектура, 2002.
 13. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором «ГРАНИТОГРЕС». – М.: Москомархитектура, 2002.
 14. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором «КРАСПАН ВСт о(н)». – М.: Москомархитектура, 2003.
 15. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором «ИНТЕРАЛ» («ТЕХНОКОМ»). – М.: Москомархитектура, 2003.
 16. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором «У-КОН». – М.: Москомархитектура, 2003.
 17. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором «ТРИОЛ». – М.: Москомархитектура, 2003.
 18. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором «ДИ-АТ-2000». – М.: Москомархитектура, 2004.
 19. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором «Стун-Строй». – М.: Москомархитектура, 2005.
 20. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором «АРТ-

- СИСТЕМА ВФС–V/2005». – М.: Москомархитектура, 2005.
21. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором «SPIDI». – М.: Москомархитектура, 2005.
 22. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором «СЕМ–СИСТЕМА». – М.: Москомархитектура, 2005.
 23. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве конструктивных решений по антивандальной защите навесных и многослойных фасадных систем на 1–х этажах различных объектов строительства. – М.: Москомархитектура, 2006.
 24. Технические рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации навесных фасадных систем ТР 161–05". – М.: ГУ Центр "ЭНЛАКОМ", 2005.
 25. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Цыкановский Е. Ю. Расчет теплозащиты фасадов с вентилируемым воздушным зазором // АВОК, 2004, № 2, № 3.
 26. Лозинская В.А., Донбасская национальная академия строительства и архитектуры. АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ДВОЙНЫХ СТЕКЛЯННЫХ ФАСАДОВ: ИСТОРИЯ, ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ. УДК 533.6.07:624.042.41.
 27. Single and Double Skin Glazed Office Buildings. Analyses of Energy Use and Indoor Climate. Harris Poirazis. Division of Energy and Building, Design Department of Architecture and Built Environment, Lund University, Faculty of Engineering LTH, 2008, Report EBD–T—08/8.