

Глава 6

ОКНА

Окна — это конструктивный элемент, который оказывает серьезнейшее влияние на комфортность жилья. При этом окна определяют общий вид здания и производимое им впечатление — как снаружи, так и изнутри. Окна могут иметь самые разнообразные формы. Современные технологии изготовления окон позволяют воссоздать внешний облик любых исторических стилей зданий.

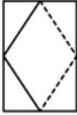
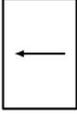
Краткая классификация оконных створок по типу раскрывания приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Окна по типу раскрывания створок

Тип открывания	Иллюстрация	Условное обозначение на схемах	Описание
Глухая створка			Неоткрываемые окна (глухие) — самый простой и дешевый вариант окна. Устанавливаются эти оконные блоки в помещениях, где вентиляция нежелательна. Такие окна тяжело помыть снаружи
Поворотная створка			Поворотные створки вращаются на вертикальной оси. С легкостью открываются и дают возможность проветрить помещение. Удобны в эксплуатации. На схеме острый угол указывает направление открывания
Откидная створка			Откидные створки вращаются на горизонтальной оси. Открываются сверху вниз. Предназначены в основном для проветривания. Не очень удобны в эксплуатации, поскольку обычно размещаются в верхней части окна, но дают возможность проветрить помещение. На схеме острый угол указывает направление открывания
Подвесная створка			Подвесные створки предназначены в основном для проветривания. Не очень удобны в эксплуатации, поскольку обычно размещаются в верхней части окна, но дают возможность проветрить помещение. Острый угол указывает направление открывания

Окончание табл. 6.1

Тип открывания	Иллюстрация	Условное обозначение на схемах	Описание
Поворотная створка на вертикальной оси			Единственным преимуществом среднеподвесных окон, поворачивающихся вокруг своей вертикальной оси, является удобство при мытье. Острый угол указывает направление открывания. Пунктирная линия указывает выход створки наружу
Поворотная створка на горизонтальной оси			Единственным преимуществом среднеподвесных окон, поворачивающихся вокруг своей горизонтальной оси, является удобство при мытье. Предназначены в основном для проветривания. Острый угол указывает направление открывания. Пунктирная линия указывает выход створки наружу
Сдвижная створка			Сдвижную створку проблематично помыть снаружи. Предназначены они в основном для проветривания
Складная створка			Складную створку проблематично помыть снаружи. Стрелка указывает направление открывания, а острый угол — направление выхода створки

При принятии решения о выборе типа окон всегда возникает вопрос: а как они должны открываться? Внутрь или наружу? С энергетической точки зрения этот вопрос утратил актуальность с момента появления прочноэластичных уплотнений, сохраняющих свою эластичность в течение длительных сроков. Теперь при выборе окна на передний план выходят личные предпочтения и различные аспекты использования помещения (цветы на подоконнике, соображения удобства мытья окон и т. д.):

- окна, открывающиеся наружу, должны иметь ветровой крючок для защиты от перемещения створок;
- окна, открывающиеся наружу, предъявляют особые требования к оконной арматуре и не могут иметь нижнеподвесных фрамуг (длительное летнее проветривание);

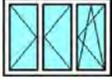
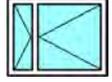
- наружные поверхности одностворчатых окон, открывающихся наружу, невозможно помыть изнутри, что представляет проблему для верхних этажей;
- распахнутые деревянные створки не защищены от дождя.

Тем не менее в открытом состоянии створки окна, открывающегося наружу, выглядят привлекательно и гостеприимно, к тому же не создают помех внутри помещения.

По количеству створок в одном ряду окна бывают одно-, двух- и многостворчатые. Наиболее распространенные конструкции окон по конфигурации перечислены в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Наиболее распространенные конфигурации окон

Окно	Описание
	Окно одностворчатое, глухое
	Окно двухстворчатое, поворотное/поворотно-откидное, штульповое
	Окно двухстворчатое, поворотное/поворотно-откидное, штульповое, с фрамугой
	«Французское окно»: дверь распашная с фрамугой
	Окно двухстворчатое, глухое/поворотно-откидное с импостом
	Окно трехстворчатое, поворотно-откидное/поворотное
	Окно двухстворчатое импостное поворотного типа
	Окно круглое
	Окно арочное
	Окно арочное неправильного радиуса

Штульп

Штульп — механизм в фурнитуре. Его функция состоит в соединении двух створок. Створки зависят одна от другой: сначала открывается одна створка, на которой располагается ручка, а затем, при помощи шпингалета, — вторая. При штульповом исполнении окна отсутствует вертикальное деление окна (*импост*).

По конструкции окна могут быть:

- одинарные;
- спаренные;
- отдельные;
- отдельно-спаренные.

Оконные блоки со *спаренными створками* состоят из наружной и внутренней створок, спаренных между собой, а внутренняя, кроме того, навешивается на петлях к коробке. Соединенные между собой стяжками створки составляют как бы один переплет, имеющий достаточную жесткость.

Отдельные оконные блоки состоят из коробки, на которую навешены створки, фрамуги и форточки, открывающиеся в одну или в разные стороны. *Отдельно-спаренные оконные* блоки представляют собой комбинацию окон со спаренными и с отдельными створками, причем наружные створки у таких окон — одинарные, а внутренние — спаренные.

Окно любой конструкции включает в себя:

- оконный блок, который может быть выполнен из различных материалов;
- стекло и/или стеклопакет, пропускающий в помещение необходимое количество света;
- фурнитуру, обеспечивающую необходимый тип открывания;
- уплотняющие прокладки, герметизирующие стыки между рамой и створкой;
- дополнительные элементы (сливы, щелевидные накладки, монтажные системы и т. п.).

На современные окна также могут устанавливаться системы микровентиляции и вентиляции помещения, москитные сетки, защитные жалюзи, ставни и др. аксессуары. Важное место в этом ряду занимают системы остекления, которым необходимо уделить особое внимание.

Остекление

Распространенные на сегодняшний день теплоизолирующие системы остекления внешне очень похожи на стеклопакеты, которые были распространены в 1960–1980 годах. Те и другие имеют двойное остекление, где стекла, стоящие друг от друга на расстоянии от 8 до 20 мм, объединены друг с другом в стеклопакет с помощью охватывающего профиля. Промежуток между стеклами современной теплоизолирующей системы заполняется одним из инертных

газов, теплопроводность которых значительно ниже, чем у использовавшегося ранее осушенного воздуха.

Современные системы отличаются от стеклопакетов старого образца тем, что в них используются так называемые «энергосберегающие» стекла. Внутренняя сторона ближнего к комнате стекла покрыта так называемым *низкоэмиссионным оптическим покрытием* — тонким, прозрачным, нейтральным по цвету и почти невидимым слоем электропроводящего металла. Это покрытие защищается вторичным покрытием, функции которого выполняет слой оксида металла. Низкоэмиссионное покрытие отражает тепловой поток, исходящий из помещения. Эти тонкие слои создаются из электропроводящих металлов — таких как золото, серебро, медь или алюминий. Они, как уже говорилось, имеют нейтральный цвет и уменьшают теплоизлучающую способность (эмиссивитет) поверхности стекла.

Эмиссивитет

Эмиссивитет — это мера способности какой-либо поверхности поглощать или терять тепло. Принято оценивать эмиссивитет по шкале от 0 до 1 (или от 0 до 100 %). Чем выше значение эмиссивитета по этой шкале, тем быстрее поверхность теряет тепло (соответственно, тем худшим эмитентом тепла она является). Чем ниже значение эмиссивитета по этой шкале, тем медленнее поверхность теряет тепло¹.

Для сравнения: эмиссивитет поверхности обычного стекла составляет $\varepsilon = 0,9$, а эмиссивитет поверхности стекла с «твердым» покрытием $\varepsilon = 0,17$. Эти коэффициенты показывают, что обычное стекло, имеющее высокий эмиссивитет (0,9), является плохим изолятором, потому что быстро теряет тепло. Низкоэмиссионное стекло с низким значением эмиссивитета (0,17) теряет тепло медленно, поэтому является хорошим изолятором.

Серебро имеет самый низкий эмиссивитет ($\varepsilon = 0,1$), в то время как поверхность обычного стекла с показателем $\varepsilon = 0,84$ превышает его более чем в 8 раз. Чтобы исключить образование пятен на тонком слое серебра, он располагается между двух вторичных полуслоев: связующего слоя, обладающего хорошей адгезией к стеклянной подложке, и поверхностного слоя, состоящего из оксидов олова, цинка, титана или висмута. Низкоэмиссионное стекло бывает следующих видов:

- **К-стекло** — это высококачественное стекло с низкоэмиссионным покрытием, нанесенным на одну поверхность стекла в процессе его производства флоат-методом. Многоступенчатое металлизированное покрытие методом пиролиза наносится на поверхность стекла в момент, когда стекло все еще имеет очень высокую температуру (более 600 °C). Так как стекло представляет собой вещество, молекулы кристаллической решетки которого при такой температуре сильно удалены друг от друга, то происходит проникновение молекул металлизированного покрытия вглубь кристаллической решетки стекла. Покрытие как бы ламинируется слоем стекла, что

¹ См. <http://oknasmart.ru/catalog.php?view=17>

делает его очень устойчивым, чрезвычайно механически прочным и постоянным. Такое покрытие принято называть «твердым». Низкоэмиссионное покрытие К-стекла не помутнеет, не облетит и не разрушится с течением времени.

Флоат-стекло

Флоат-стекло названо так именно благодаря процессу производства, где главная роль отдана флоат-ванне. В этой ванне находится расплавленное олово, и так как стекло легче, чем олово, оно течет по его поверхности. При этом поверхность стекла полируется, становясь абсолютно гладкой и ровной.

- И-стекло — это высококачественное стекло с низкоэмиссионным покрытием, нанесенным на одну поверхность стекла в условиях вакуума, — методом катодного распыления в магнитном поле металлосодержащих соединений, обладающих заданными избирательными свойствами. На флоат-стекло наносится слой серебра, а в качестве вторичного покрытия — оксид титана. Эти пленки, нанесенные на стекло, носят название «мягких покрытий». Существенный недостаток И-стекла — низкая химическая устойчивость покрытия. Это объясняется тем, что для реализации явления интерференции (с целью получения прозрачного покрытия) пленки (в данном случае серебро и оксид титана) наносят строго определенной толщины, в результате чего они имеют неплотную структуру и «прозрачны» для атмосферной влаги и воздуха, которые окисляют серебро, вследствие чего покрытие теряет свои эмиссионные свойства. Отсюда и особые требования к И-стеклу: хранение в герметичной упаковке и ограниченный срок монтажных работ в открытой среде. Вместе с тем, в среде инертного газа материал покрытия на И-стекле защищен от окислительного воздействия кислорода воздуха и работоспособен вплоть до разгерметизации стеклопакета.

Нанесение низкоэмиссионного покрытия на «энергосберегающие» стеклопакеты позволяет сочетать высокую свето- и энергопроницаемость (g -Wert) с оптимальным значением коэффициента теплопередачи (U -Wert). При солнцезащитном остеклении обычно пытаются обеспечить высокую светопроницаемость при как можно более низкой энергопроницаемости, одновременно поддерживая минимальный коэффициент теплопередачи. При энергетической реконструкции жилых помещений солнцезащитное остекление используется редко — например, для больших мансардных окон, устанавливаемых на скат крыши, ориентированной на юг или запад. В большинстве случаев предусматривается временная защита от солнца.

Общий коэффициент энергопроницаемости

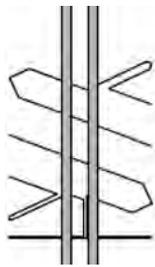
Общий коэффициент энергопроницаемости (нем. — g -Wert, англ. — Solar Heat Gain Coefficient, или Solar Factor) определяет, сколько процентов солнечного излучения (как света, так и тепла), поглощаемого стеклом, попадает внутрь помещения и может быть полезным. Так вы можете определить, каково поступление пассивной солнечной энергии

через стекло. При низких значениях коэффициента g ($< 0,4$) отпадает необходимость установки штор или солнцезащитных жалюзи².

В табл. 6.3 вкратце описаны различия в энергетических потоках в области окна при различных видах остекления. Поток солнечной энергии — так называемая *полная радиация* — состоит примерно на 52 % из видимого света и на 48 % — из невидимых инфракрасного (IR-) и ультрафиолетового (UV-) излучений. Часть излучения, падающего на оконное стекло, будет им поглощена; иначе говоря, эта часть излучения будет поглощена стеклом и в виде теплового излучения распространится в обе стороны (вторичная теплоотдача наружу и вовнутрь помещения). Еще часть излучения будет отражена от поверхности стекла (отражение). Наконец, большая часть излучения пройдет через стекло (пропускание). Если излучение, проходящее через стекло в помещение, попадет на массивный элемент, оно преобразуется в тепловую энергию и в виде длинноволнового инфракрасного излучения отражается обратно. Когда этот тепловой поток попадает на остекление, он отражается обратно в комнату металлооксидным слоем.

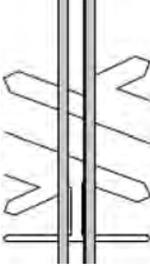
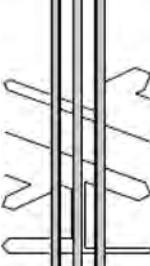
Таблица 6.3

Энергетические потоки в области окна при различных типах остекления

Внешние условия	Схема/ краткое описание	Условия в помещении
Наружная температура: $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ Поток тепловой энергии через стекло: 80 % Общая инсоляция: 100 % Отражение: 10 % Вторичная теплоотдача наружу: 5 % Коэффициент светопропускания (Lichttransmissionsgrad): 82 %	 Стеклопакет	Температура воздуха в помещении: $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ Температура поверхности окна: $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ Отражение: 20 % Общий поток тепловой энергии: 100 % Солнечная энергия, проходящая через стекло: 80 % Вторичная теплоотдача в помещение: 5 % Коэффициент теплопередачи U : $3,0\text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ Коэффициент энергопроницаемости g : 77 %

² См. http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_gain

Окончание табл. 6.3

Внешние условия	Схема/ краткое описание	Условия в помещении
<p>Наружная температура: –10 °С</p> <p>Поток тепловой энергии через стекло: 50 %</p> <p>Общая инсоляция: 100 %</p> <p>Отражение 30 %</p> <p>Вторичная теплоотдача наружу: 12 %</p> <p>Коэффициент светопропускания: 76 %</p>	 <p>Теплоизоли- рованный стеклопакет</p>	<p>Температура воздуха в помещении: + 20 °С</p> <p>Температура поверхности окна: + 15 °С</p> <p>Отражение: 50 %</p> <p>Общий поток тепловой энергии: 100 %</p> <p>Из промежутка между стеклами откачан воздух, вместо которого закачан инерт- ный газ (чаще всего аргон). Кроме того, внутренняя (со стороны стеклопакета) сторона ближнего к помещению стекла покрыта тонким металлизированным покрытием</p> <p>Солнечная энергия, проходящая через стекло: 46 %</p> <p>Вторичная теплоотдача вовнутрь: 12 %</p> <p>Коэффициент теплопередачи U: 1,1 Вт/м² · К</p> <p>Коэффициент энергопроницаемости g: 58 %</p>
<p>Наружная температура: –10 °С</p> <p>Поток тепловой энергии через стекло: 30 %</p> <p>Общая инсоляция: 100 %</p> <p>Отражение: 29 %</p> <p>Вторичная теплоотдача наружу: 29 %</p> <p>Коэффициент светопропускания: 64 %</p>	 <p>Тройное остекление</p>	<p>Температура воздуха в помещении: +20 °С</p> <p>Температура поверхности окна: +17 °С</p> <p>Отражение: 70 %</p> <p>Общий поток тепловой энергии: 100 %</p> <p>Промежуток между стеклами заполнен криптоном</p> <p>Вторичная теплоотдача вовнутрь: 9 %</p> <p>Коэффициент теплопередачи U: 0,5 Вт/м² · К</p> <p>Коэффициент энергопроницаемости g: 50 %</p>

Стеклопакеты

Стеклопакет – это светопрозрачная конструкция строительного назначения из двух и более стекол, скрепленных (склеенных) между собой в следующем порядке: стекло – воздушная камера (газ) – стекло – и т. д. Предназначение стеклопакета как замены стекол – в повышении такой характеристики окна, как

сопротивление теплопередаче, поскольку воздух и некоторые другие газы плохо пропускают тепло.

Стеклопакеты прошли довольно долгий путь эволюции. Достаточно сказать, что первый патент на производство стеклопакетов был выдан аж в 1865 году. Производство стеклопакетов было налажено в Германии с 1934 года, а первые стеклопакеты, состоявшие из стекол и свинцовой распорной рамки, спаянные между собой по контуру, появились в США в 1938 году. Наконец, в 1950 году были изготовлены первые стеклопакеты с эластичным уплотнением. В них использовалась алюминиевая пустотелая рейка, заполненная осушающим средством и уплотненная полисульфидным герметиком, а в 1970 году появились конструкции, которые на сегодняшний день известны как современные стеклопакеты, имеющие двойную герметизацию.

При проектировании энергосберегающих стеклопакетов основные цели разработчиков заключаются в обеспечении высокой светопрозрачности при как можно более нейтральном по цвету покрытии. Еще одна цель состоит в обеспечении максимального коэффициента энергопрозрачности g при минимальном коэффициенте теплопередачи U . Эквивалентное значение прозрачности для ультрафиолетового (UF-) излучения вычисляется подведением баланса тепловых потерь и выработкой солнечной энергии в течение отопительного периода.

В современных стеклопакетах камеры из стеклянных пластин соединяются огибающим герметичным профилем-распоркой из алюминия. Эти соединительные профили препятствуют просачиванию наружу инертных газов, которые закачиваются в камеру, а также просачиванию внутрь камеры водяных паров. Теплопроводность этого ребра из алюминиевого профиля толщиной около 0,5 мм значительно выше, чем теплопроводность остекления в центре стеклянной пластины. Соединительный профиль создает мощный «тепловой мостик», действие которого распространяется на расстояние до 20 см от кромки к центру листового стекла. Впрочем, в настоящее время уже предлагаются стеклопакеты с соединительным профилем, изготовленным из высокосортной стали или пластика, в которых этот «тепловой мостик» сильно ослаблен. В небольших окнах и, соответственно, малоформатных стеклах (например, в ланцетных окнах или переплетах с горбыльками) разница в коэффициенте теплопроводности на кромке и в центре остекления способна достигать значений до $0,25 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$, да и в больших окнах она может составлять $0,10 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$. Это соответствует примерно 10–30 % от коэффициента теплопередачи остекления. Решающим фактором здесь является изменение температуры поверхности: повышение температуры на 3 К в большинстве случаев обеспечивает отсутствие конденсата по кромке стекла. Дальнейшего улучшения можно добиться за счет углубления фальца для установки стеклопакета.

Стеклопакеты классифицируются:

- По количеству камер: между каждыми двумя стеклами образуется пространство, называемое *камерой*. В связи с этим стеклопакеты подразделяют на однокамерные (два стекла), двухкамерные (три стекла) и т. д.

- Ширине: ширина стеклопакета — это полная ширина блока вместе со стеклянной и воздушной частью. Встречаются стеклопакеты шириной 14, 16, 18, 20, 22, 24, 28, 32, 36, 42, 44 мм и др.
- Типам применяемого стекла: *обычное*, *энергосберегающее* К- или И-типа (стекла с низкоэмиссионным покрытием, позволяющие резко поднять энергосберегающие свойства, особенно в сочетании с газонаполнением); *шумозащитное* (стекло с увеличенной толщиной, более инертное, т. е. менее подверженное звуковым колебаниям); *солнцезащитное* (тонированное стекло в массе или тонированное пленкой — это значительно снижает уровень проникновения солнечной радиации); *ударопрочное* (стекло-триплекс с высоким классом защиты).

Формула стеклопакета

Формула стеклопакета имеет следующий вид: стекло/марка-дистанция/наполнение-стекло/марка. Пример: 8M1-16-4M1-12Ar-4K: восьмимиллиметровое стекло марки M1 — воздушная дистанция 16 мм, четырехмиллиметровое стекло M1 — дистанция 12 мм, заполнение аргоном — четырехмиллиметровое К-стекло. О марках стекла подробно можно прочесть по следующим адресам: <http://evrtrans.ru/product/50299>, http://realprof.ru/articles/1_6.htm.

Вклад оконных рам в общий коэффициент теплопередачи окна зависит от размера окон и их конструкции. Поскольку рама, как правило, по сравнению с остеклением показывает худший коэффициент теплопередачи, с учетом оптимизации освещенности помещения рекомендуется минимизировать площадь оконных рам по отношению к общей площади остекления.

Теплоизоляция (теплозащита)

Теплоизоляция — одна из основных функций окна, которая обеспечивает комфортные условия внутри помещения. Тепловые потери помещения определяются двумя факторами:

- трансмиссионными потерями, которые складываются из потоков тепла, которое помещение отдает через стены, окна, двери, потолок и пол;
- вентиляционными потерями, под которыми понимается количество тепла, необходимое для нагрева до температуры помещения холодного воздуха, проникающего через негерметичности окна и в результате вентиляции.

В России для оценки теплозащитных характеристик конструкций принято *сопротивление теплопередаче* R_o , ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт, — величина, обратная коэффициенту теплопроводности k , который принят в нормах DIN.

Коэффициент теплопроводности k характеризует количество тепла в ваттах (Вт), которое проходит через 1 м^2 конструкции при разности температур по обе стороны в один градус по шкале Кельвина (К), единица измерения $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Чем меньше значение k , тем меньше теплопередача через конструкцию, т. е. выше ее изоляционные свойства.

К сожалению, простой пересчет k в R_0 ($k = 1/R_0$) не вполне корректен из-за различия методик измерений в России и других странах. Однако если продукция сертифицирована, то производитель обязан представить заказчику именно показатель сопротивления теплопередаче.

Основными факторами, влияющими на значение приведенного сопротивления теплопередаче окна, являются:

- размер окна (в том числе отношение площади остекления к площади оконного блока);
- поперечное сечение рамы и створки;
- материал оконного блока;
- тип остекления (в том числе ширина дистанционной рамки стеклопакета, наличие селективного стекла и специального газа в стеклопакете);
- количество и местоположение уплотнителей в системе рама/створка.

От значения показателей R_0 зависит и температура поверхности ограждающей конструкции, обращенная вовнутрь помещения. При большой разнице температур происходит излучение тепла в сторону холодной поверхности.

Плохие теплозащитные свойства окон неизбежно приводят к появлению холодного излучения в зоне окон и возможности выпадения конденсата на самих окнах или в зоне их примыкания к другим конструкциям. Причем это может происходить не только вследствие низкого сопротивления теплопередаче конструкции окна, но и плохого уплотнения стыков рамы и створки.

Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций нормируется СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (актуализированная редакция СНиП 23-02–2003 взамен СНиП II-3–79).

В соответствии с этим документом, при проектировании приведенное сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей R_0 следует принимать не менее требуемых значений, $R_0^{тp}$ (табл. 6.4).

Таблица 6.4

Приведенное сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей

Здания и сооружения	Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут	Приведенное сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей не менее $R_{0п}$, (м ² ·°С)/Вт
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	2000	0,30
	4000	0,45
	6000	0,60
	8000	0,70
	10 000	0,75
	12 000	0,80

Окончание табл. 6.4

Здания и сооружения	Градусо-сутки отопительного периода, °С · сут	Приведенное сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей не менее $R_{отр}$, (м ² · °С)/Вт
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажностным или мокрым режимом	2000	0,30
	4000	0,40
	6000	0,50
	8000	0,60
	10 000	0,70
	12 000	0,80
Производственные с сухим и нормальным режимом	2000	0,25
	4000	0,30
	6000	0,35
	8000	0,40
	10 000	0,45
	12 000	0,50

Примечания

1. Промежуточные значения $R_{отр}$ следует определять интерполяцией.
2. Нормы сопротивления теплопередаче светопрозрачных ограждающих конструкций для помещений производственных зданий с влажностным или мокрым режимом, с избытками явного тепла от 23 Вт/м³, а также для помещений общественных, административных и бытовых зданий с влажностным или мокрым режимом следует принимать как для помещений с сухим и нормальным режимами производственных зданий.
3. Приведенное сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих изделий.
4. В отдельных обоснованных случаях, связанных с конкретными конструктивными решениями заполнения оконных и других проемов, допускается применять конструкции окон, балконных дверей и фонарей с приведенным сопротивлением теплопередаче на 5 % ниже устанавливаемого в таблице.

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) следует определять по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_{в} - t_{от.пер}) z_{от.пер},$$

где $t_{в}$ — расчетная температура внутреннего воздуха, °С (согласно ГОСТ 12.1.005–88 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений); $t_{от.пер}$ — средняя температура периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С, °С; $z_{от.пер}$ — продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С, сут (по СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» (актуализированная редакция СНиП 23-01–99* взамен СНиП 2.01.01–82)).

По СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (актуализированная редакция СНиП 23-02–2003, принятая взамен СНиП II-3–79), при расчете ограждающих конструкций жилых зданий следует принимать температуру внутреннего воздуха: 18 °С — в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (определяемой согласно СП 131.13330.2012), а относительную влажность воздуха равной 55 % (табл. 6.5).

Таблица 6.5

**Температура наружного воздуха
(выборочно, полностью см. СП 131.13330.2012)**

Город	Температура наружного воздуха, °С			
	Наиболее холодной пятидневки		Период со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 °С	
	0,98	0,92	Продолжительность, сут	Средняя температура, °С
Брянск	–30	–26	206	–2,6
Владивосток	–25	–24	201	–4,8
Вологда	–36	–31	228	–4,8
Волгоград	–28	–25	182	–3,4
Иркутск	–38	–37	241	–8,9
Калуга	–30	–27	214	–3,5
Киев	–25	–22	187	–1,1
Красноярск	–43	–40	235	–7,2
Краснодар	–23	–19	152	1,5
Липецк	–29	–27	199	–3,9
Москва	–30	–26	213	–3,6
Мурманск	–29	–27	281	–3,3
Новгород	–33	–27	220	–2,6
Новосибирск	–42	–39	227	–9,1
Омск	–39	–37	220	–9,5
Оренбург	–34	–31	201	–8,1
Пермь	–38	–35	226	–6,4
Псков	–29	–26	212	–2
Ростов-на-Дону	–25	–22	175	–1,1
Санкт-Петербург	–29	–26	219	–2,2
Ставрополь	–22	–19	169	0,3
Тула	–30	–27	207	–3,8
Тюмень	–42	–37	220	–7,5

Окончание табл. 6.5

Город	Температура наружного воздуха, °С			
	Наиболее холодной пятидневки		Период со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 °С	
	0,98	0,92	Продолжительность, сут	Средняя температура, °С
Уфа	-38	-35	214	-6,6
Хабаровск	-34	-31	205	-10,1
Челябинск	-35	-34	218	-7,3
Якутск	-57	-55	254	-21,2

Для облегчения работы проектировщиков в приложении к СП 50.13330.2012 представлена справочная таблица, содержащая приведенные сопротивления теплопередаче окон, балконных дверей и фонарей для различных конструкций (табл. 6.6). Пользоваться этими данными необходимо в том случае, если значения R отсутствуют в стандартах или технических условиях на конструкции (см. примечание к табл. 6.4).

Таблица 6.6

**Приведенное сопротивление теплопередаче окон,
балконных дверей и фонарей (справочное)**

Заполнение светового проема	Приведенное сопротивление теплопередаче R_p , ($\text{м}^2 \cdot \text{°С}$)/Вт	
	в деревянных или ПВХ переплетах	в алюминиевых переплетах
1. Двойное остекление в спаренных переплетах	0,4	–
2. Двойное остекление в отдельных переплетах	0,44	0,34*
3. Блоки стеклянные пустотные (с шириной швов 6 мм) размером, мм: 194×194×98 244×244×98	0,31 (без переплета) 0,33 (без переплета)	
4. Профильное стекло коробчатого сечения	0,31 (без переплета)	
5. Двойное из органического стекла для зенитных фонарей	0,36	–
6. Тройное из органического стекла для зенитных фонарей	0,52	–
7. Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	0,55	0,46

Заполнение светового проема	Приведенное сопротивление теплопередаче R_0 , ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт	
	в деревянных или ПВХ переплетах	в алюминиевых переплетах
8. Однокамерный стеклопакет из стекла: — обычного — с твердым селективным покрытием — с мягким селективным покрытием	0,38 0,51 0,56	0,34 0,43 0,47
9. Двухкамерный стеклопакет из стекла: — обычного (с межстекольным расстоянием 6 мм) — обычного (с межстекольным расстоянием 12 мм) — с твердым селективным покрытием — с мягким селективным покрытием — с твердым селективным покрытием и заполненным аргоном	0,51 0,54 0,58 0,68 0,65	0,43 0,45 0,48 0,52 0,53
10. Обычное стекло и однокамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла: — обычного — с твердым селективным покрытием — с мягким селективным покрытием — с твердым селективным покрытием и заполненным аргоном	0,56 0,65 0,72 0,69	— — — —
11. Обычное стекло и двухкамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла: — обычного — с твердым селективным покрытием — с мягким селективным покрытием — с твердым селективным покрытием и заполненным аргоном	0,68 0,74 0,81 0,82	— — — —
12. Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,70	—
13. Два однокамерных стеклопакета в отдельных переплетах	0,74	—
14. Четырехслойное остекление в двух спаренных переплетах	0,80	—

* В стальных переплетах.

Примечания

1. К мягким селективным покрытиям стекла относят покрытия с тепловой эмиссией менее 0,15, к твердым — более 0,15.

2. Значения приведенных сопротивлений теплопередаче заполнений световых проемов даны для случаев, когда отношение площади остекления к площади заполнения светового проема равно 0,75.
3. Значения приведенных сопротивлений теплопередаче, указанные в таблице, допускается применять в качестве расчетных при отсутствии этих значений в стандартах или технических условиях на конструкции или не подтвержденных результатами испытаний.
4. Температура внутренней поверхности конструктивных элементов окон зданий (кроме производственных) должна быть не ниже 3 °С при расчетной температуре наружного воздуха.

Кроме общероссийских нормативных документов, существуют еще и местные, в которых определенные требования для данного региона могут быть ужесточены.

Для улучшения теплозащиты заполнений световых проемов в холодный и переходный периоды года без увеличения числа слоев остекления следует предусматривать применение стекол с селективным покрытием, размещая их с теплой стороны. Все притворы рам окон и балконных дверей должны содержать уплотнительные прокладки из силиконовых материалов или морозостойкой резины.

Говоря о теплоизоляции, необходимо помнить, что летом окна должны выполнять противоположную зимним условиям функцию: защищать помещение от проникновения солнечного тепла.

Следует принимать во внимание, что жалюзи, ставни и прочие аксессуары работают как временные теплозащитные устройства и существенно уменьшают теплопередачу через окна (табл. 6.7).

Таблица 6.7

**Коэффициенты теплопропускания солнцезащитных устройств
(СП 50.13330.2012, приложение 8)**

Солнцезащитные устройства	Коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств β_{cs}
А. Наружные:	
штора или маркиза из светлой ткани	0,15
штора или маркиза из темной ткани	0,20
ставни-жалюзи с деревянными пластинами	0,10/0,15
шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,15/0,20
Б. Межстекольные (непротвтриваемые):	
шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,30/0,35
штора из светлой ткани	0,25
штора из темной ткани	0,40
В. Внутренние:	
шторы-жалюзи с металлическими пластинами	0,60/0,70
штора из светлой ткани	0,40
штора из темной ткани	0,80

Примечания

1. Коэффициенты теплопропускания, данные дробью: до черты — для солнцезащитных устройств с пластинами под углом 45°, после черты — под углом 90° к плоскости проема.
2. Коэффициенты теплопропускания межстекольных солнцезащитных устройств с проветриваемым межстекольным пространством следует принимать в 2 раза меньше.

Материалы для изготовления рам

Выбор материалов для изготовления рам при реконструкции старых зданий определяется не только функциональными и экономическими соображениями, но и субъективно-эмоциональными факторами. Основные факторы, влияющие на принятие решения по выбору материалов для изготовления оконных рам, приведены в табл. 6.8.

Таблица 6.8

Сравнительный анализ характеристик и качества различных материалов для изготовления оконных рам

Тип рам	Дерево	Дерево (пассивный дом)	Пластик	Дерево/Алюминий	
Термические свойства	Хорошие	Очень хорошие	Средние	Средние	Очень плохие
	$U_f = 1,2-1,7$ Вт/м ² ·К	$U_f = 0,7-1,0$ Вт/м ² ·К	$U_f = 1,8-2,2$ Вт/м ² ·К	$U_f = 1,7-2,0$ Вт/м ² ·К	$U_f > 3,0$ Вт/м ² ·К
Конструктивные свойства	Хорошие, при условии надлежащего ухода		Хорошие		Средние, умеренная подверженность выпадению конденсата и коррозии
Затраты первичной энергии, кВтч/м ²	20	40–80	70	220	120
Пригодность к вторичной переработке	Условная, зависит от использованных красок и лаков		Хорошая, но сегодня применяется редко	Хорошая, соединительные профили можно демонтировать	Хорошая

Окончание табл. 6.8

Тип рам	Дерево	Дерево (пассив- ный дом)	Пластик	Дерево/ Алюминий	Сталь
Уход и обслужи- вание	Дорого и трудоемко, требуют покраски раз в 3–5 лет		Не требуют особого ухода, поверхность иногда становится матовой и шершавой	Легкие в уходе	Не требуют особого ухода, особенно при оцинковывании или горячей эмалировке
Относительные затраты, %	100	140–170	80–90	130–150	120–140
Срок службы, лет	> 20	> 20	> 30	> 30	> 30

Дерево

Оконные рамы из хорошо вылежавшейся хвойной древесины европейских пород (таких как сосна и лиственница) удовлетворяют требованиям к конструкции окон с точки зрения как статической прочности, так и других строительно-физических параметров. При условии их обработки диффузионно-проницаемыми защитными красками, которые обеспечивают достаточную пигментацию, окна, изготовленные из такой древесины, сохраняют свои свойства в течение длительного срока и устойчивы к воздействию ультрафиолетового излучения, проливных дождей и перепадов температур. Несмотря на это, деревянные окна предъявляют высокие требования к обслуживанию; особого внимания заслуживают бруски-отливы оконного переплета и конструктивные швы. Большие свесы крыши или защитное покрытие от проливных дождей защищают деревянные окна и продлевают интервалы, через которые они требуют ухода и обслуживания.

Срок службы и возможность дальнейшей эксплуатации деревянных окон в меньшей степени зависят от самой древесины, чем от используемого защитного покрытия. Как правило, в течение тридцатилетнего срока службы окна красятся от пяти до десяти раз. Только при условии последовательного использования покрытий, способных к биологическому разложению, можно гарантировать экологически чистую утилизацию отслуживших свой срок старых оконных рам.

Деревянные окна для пассивного дома

Как уже говорилось ранее, деревянные окна соответствуют всем требованиям жилищного строительства, и уже простые деревянные рамы позволяют достичь всех требований, предъявляемых стандартом «пассивный дом» (рис. 6.1, а).

В течение последних нескольких лет в употребление вошли конструктивно доработанные деревянные окна с теплоизолированным ядром, изготовленным из вспененного полиуретана или пробки (рис. 6.1, б). Такие окна предлагаются для домов, удовлетворяющих стандарту «пассивный дом»; они стали известны под названием «окна для пассивного дома». Эти окна характеризуются тем, что тепловые потери в них почти до 50 % ниже, чем через традиционные деревянные окна. При коэффициенте теплопередачи рам, составляющем $0,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$, в сочетании с тройным остеклением можно получить окна с наилучшими теплоизолирующими свойствами и температурами поверхностей всего конструктивного элемента. Впрочем, иногда конструкция таких рам может казаться несколько тяжеловесной.

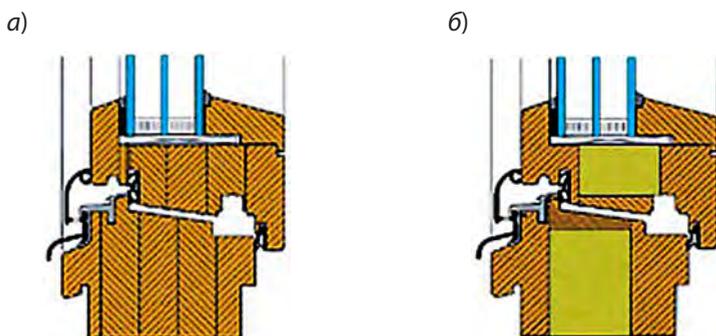


Рис. 6.1. Деревянные окна соответствуют всем требованиям жилищного строительства:
 а — стандарт на пассивный дом может быть достигнут уже с простыми деревянными рамами;
 б — усовершенствованная конструкция деревянных рам с «сердечником» из вспененного полиуретана (графика — VATIOTEC)

Комбинация «дерево — алюминий»

Благодаря применению комбинации «дерево-алюминий» можно создавать двухкамерные конструкции, в которых свойства обоих материалов используются оптимальным образом: дерево с его хорошими теплоизолирующими свойствами располагается внутри помещения, а алюминий, с его простотой в уходе и защитой от погодных воздействий, — снаружи. Рамы и створки из дерева красиво смотрятся изнутри помещения и образуют несущую подконструкцию для внешней оболочки из прессованных алюминиевых профилей. Эти алюминиевые профили требуют минимального ухода и сочетают в себе устойчивость к погодным воздействиям, таким как нагрузка от ветра и проливные дожди. Конструкции из дерева и алюминия уже в течение многих лет применяются в строительстве зимних садов. Они без особых проблем утилизируются, так как конструкция легко демонтируется, после чего компоненты подлежат переработке. В сочетании с теплоизоляцией из полиуретана между стеклом и алюминиевой оболочкой, для таких окон можно найти и другие применения: например, они подходят для пассивных домов (рис. 6.2).

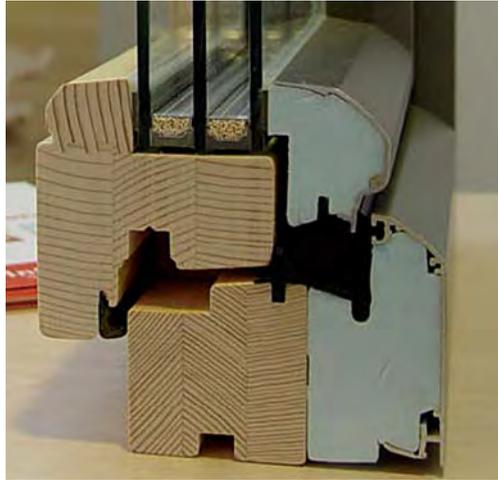


Рис. 6.2. Окна из дерева и алюминия с тройным остеклением в исполнении для пассивных домов (источник — Fa.Internorm)

Пластик

Современные пластиковые окна состоят из полого многокамерного профиля из ПВХ (PVC), где количество камер может достигать семи. Камеры могут частично заполняться вспененными теплоизоляторами. Теплоизолирующие свойства таких пластиковых оконных профилей приближаются к аналогичным свойствам деревянных рам. ПВХ относительно устойчив к образованию царапин и невосприимчив к загрязнениям. По сравнению с древесиной он менее устойчив к температурным воздействиям: иначе говоря, при высоких температурах может начаться коробление и изменение исходного цвета, которые объясняются изменениями молекулярной структуры материала. Светлые профили выдерживают поверхностные температуры около 45 °С, в то время как профили более темных оттенков можно нагревать и до 80 °С. При пожаре ПВХ под воздействием высоких температур, помимо прочих высокотоксичных веществ, выделяет диоксин. В последнее время окна ПВХ выходят из употребления и активно утилизируются.

Алюминий

Окна из алюминия характеризуются длительным сроком службы и высокой стабильностью формы. Они состоят из теплоизолированных связующих профилей — иначе говоря, внутренние и внешние профили связываются через пластиковую перемычку, которая их соединяет механически, но разделяет термически. Эта пластиковая перемычка должна удовлетворять требованиям к механической нагрузке, которая возникает под внешними воздействиями (например, ветра), а также механических напряжений, возникающих вследствие перепада наружных

и внутренних температур. Алюминиевые окна, из-за их плохих теплоизолирующих свойств, устарели и более не считаются современными.

Сталь

Сталь в качестве материала для оконных рам в виде простых оконных профилей (угловой, T- или Z-образные профили) из стального проката или в форме полых профилей применяется редко. Она используется, например, в форме термически разделенных цельных профилей с утопленными распорками или теплоизолирующими прокладками при большой площади остекления. Защита от коррозии осуществляется путем оцинковки, покрытия лаками с содержанием цинкового порошка или нанесения полимерного покрытия. Использование стали в качестве материала для оконных рам допускается только в исключительных случаях, когда это оправдано требованиями к механической прочности или оформительскими соображениями.

В табл. 6.9 проанализирована зависимость коэффициента теплопередачи U от размеров окна, качества стекол и материала, из которого изготовлены оконные рамы. Несмотря на хороший коэффициент теплопередачи остекления, тепловые потери через маленькие окна могут оказаться весьма серьезными из-за относительно плохого коэффициента теплопередачи рам (вклад которых в общую площадь окна в этом случае значителен) и «теплового мостика» в области соединительного профиля кромок. Например, качество остекления у деревянных окон приобретает ключевое значение, только если окно имеет площадь не менее $1,5 \text{ м}^2$ (считается, что ширина рамы со створкой составляет 11 см).

Таблица 6.9

Зависимость коэффициента теплопередачи U от размеров окна, качества стекол и материала, из которого изготовлены оконные рамы

U (остекление), Вт/м ² ·К	Площадь остекления, м ²	Влияние соединительного профиля кромок, Вт/м ² ·К	Доля остекления, %	Материал рам	U (рама), Вт/м ² ·К	Доля площади рам, %	U (окно в целом), Вт/м ² ·К
1,1	0,5	1,35	48	Пластик	2,0	52	1,69
				Дерево	1,5		1,43
				Дерево с теплоизоляцией	0,8		1,06
	1,5	1,28	71	Пластик	2,0	29	1,49
				Дерево	1,5		1,34
				Дерево с теплоизоляцией	0,8		1,14
	3,0	1,24	76	Пластик	2,0	24	1,42
				Дерево	1,5		1,30
				Дерево с теплоизоляцией	0,8		1,13
3,0*	1,24	87			13	1,08	

Окончание табл. 6.9

U (остекление), Вт/м ² ·К	Площадь остекления, м ²	Влияние соединительного профиля кромки, Вт/м ² ·К	Доля остекле- ния, %	Материал рам	U (рама), Вт/м ² ·К	Доля площади рам, %	U (окно в целом), Вт/м ² ·К
0,5	0,5	0,95	48	Пластик	2,0	52	1,50
				Дерево	1,5		1,24
				Дерево с теплоизоляцией	0,8		0,87
	1,5	0,84	71	Пластик	2,0	29	1,18
				Дерево	1,5		1,03
				Дерево с теплоизоляцией	0,8		0,83
	3,0	0,70	76	Пластик	2,0	24	1,01
				Дерево	1,5		0,89
				Дерево с теплоизоляцией	0,8		0,72
3,0*	0,70	87			13	0,61	

* Глухое остекление.

Мансардные окна

Мансардные окна могут внести существенный вклад в повышение освещенности чердачных помещений. Однако в любом случае высокий приток энергии через мансардные окна требует принятия мер, защищающих от летнего перегрева, поскольку в мансардах, ориентированных на юг и запад, через мансардные окна, расположенные на скатной крыше, в помещение проникает мощный поток солнечного излучения. Вследствие недостаточной тепловой инерции чердачного помещения летом мансарды легко перегреваются.

Установка окон

Соблюдение высоких энергетических стандартов на рамы и остекление можно гарантировать только тогда, когда высококачественные окна устанавливают квалифицированные специалисты, уделяя должное внимание устранению «тепловых мостиков» на стыках между рамами и оконными проемами. Это положительно сказывается на функциональной пригодности и сроке службы окон, а также помогает избежать повреждений примыкающих конструктивных элементов.

При заделке швов необходимо принимать в расчет неточности размеров оконного проема, деформации граничащих с окном конструктивных элементов (прогиб перегородок и перекрытий), а также изгиб и усадку материалов.

К соединительным швам предъявляются высокие требования в отношении устойчивости к проливным дождям, герметичности, предотвращению выпадения конденсата, теплоизоляции и защиты от шума, а также механической прочности. Очень важно гарантировать, что влага не будет просачиваться через соединительные швы ни вследствие наружных воздействий (проливные дожди), ни изнутри (из-за конвекции или диффузии пара), потому что эта влага может просочиться внутрь конструкции и вызвать ее повреждения. При температуре воздуха в помещении около 20 °С, наружной температуре воздуха –15 °С и относительной влажности воздуха в помещении примерно 50 % температура конденсации (точка росы) составляет приблизительно 9,3 °С. Таким образом, чтобы исключить выпадение конденсата, необходимо гарантировать, что температура поверхности окна (и в особенности температура поверхности в окаймляющей области стены) не будет опускаться ниже 12 °С.

Чтобы добиться этой цели, стыковые швы должны заполняться теплоизолирующим материалом и проклеиваться изнутри замедляющими диффузию пленками. С наружной стороны между окном и фасадом прокладывается предварительно сжатая герметизирующая лента, чтобы исключить проникновение влаги во время проливных дождей. Стыковые швы между каменной или кирпичной кладкой и деревянными окнами часто обшиваются деревянными рейками.

При расположении окон в пределах стены должны приниматься в расчет различные аспекты: падение света, «тепловые мостики», оформление фасада, использование подоконника, атмосферное старение в ходе длительной эксплуатации.

Материалы, используемые для заполнения и герметизации стыков, должны быть устойчивы против таких повреждений, как гниение и химическое разложение, сохранять свои свойства в течение длительного срока и целиком заполнять все пустоты, вызванные неровностями откосов оконного проема. На рынке для этой цели предлагаются самоклеящиеся уплотняющие ленты из вспененного материала с герметизирующей пропиткой, но можно применять и такие материалы, как минеральное волокно.

Установку и герметизацию окон необходимо тщательно продумать; их следует детально документировать еще на стадии рабочего планирования. В ходе проведения реконструкции эта работа должна быть поручена профессиональному и ответственному исполнителю — тем более что в старых зданиях использовались менее жесткие требования к размерным допускам, и возникновение неблагоприятных ситуаций (таких как пересмотр уже имеющейся сметы) более вероятно, нежели в новостройках. По возможности эту работу следует доверять только субподрядчику, обладающему всем необходимым оборудованием и имеющему опыт работ по герметизации и проклеиванию стыков и швов. В любом случае в смете нужно отдельными позициями указать материалы для отделки откосов оконных про-

емов, герметизирующие и связующие материалы, а также пошагово описать последовательность выполнения рабочих операций.

При установке окон необходимо тщательное проклеивание всех швов между рамами и откосами оконных проемов. Когда на рамы заводится наружная теплоизоляция (как например это требуется при использовании комплексной системы теплоизоляции наружной стены), швы и стыки следует проклеивать и снаружи.

На рис. 6.3 показана теплоизоляция внутренних откосов оконного проема. «Тепловой мостик» обезвреживается за счет установки соединительной каменной кладки. Все стыки с оштукатуренными поверхностями проклеиваются предварительно сжатыми уплотняющими лентами.

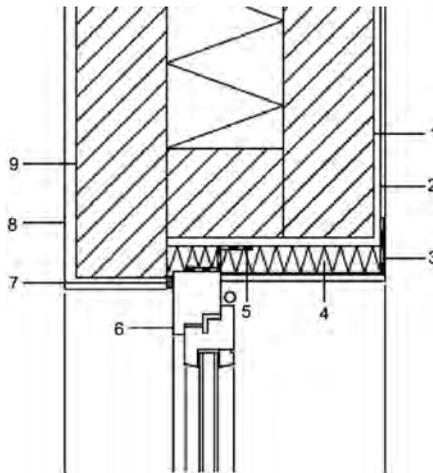


Рис. 6.3. Теплоизоляция внутренних откосов оконного проема:

- 1 — имеющаяся стена (каменная или кирпичная кладка); 2 — зашпаклеванный слой имеющейся штукатурки; 3 — армирующий материал; 4 — высококачественный теплоизолирующий материал (например, экструдированный пенополистирол Styrodur³; 5 — уплотнительная бутиловая лента (заводится на имеющийся слой штукатурки и приклеивается); 6 — комбинированные рамы; 7 — предварительно сжатая уплотнительная лента; 8 — наружная штукатурка; 9 — наружная оболочка стеновой кладки

На рис. 6.4 и 6.5 показана организация стыков окна с наружной стеной при использовании навесной вентилируемой фасадной системы.

Улучшение значений коэффициента теплопередачи U для остекления приводит к существенному повышению температур внутренних поверхностей. При правильной установке окон с тройным остеклением можно обеспечить полное отсутствие сквозняков в области остекления.

В табл. 6.10 приведены значения температур поверхностей для различных типов остекления при наружной температуре $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

³ См., например, http://www.know-house.ru/kemoplast/styrodur_article.html

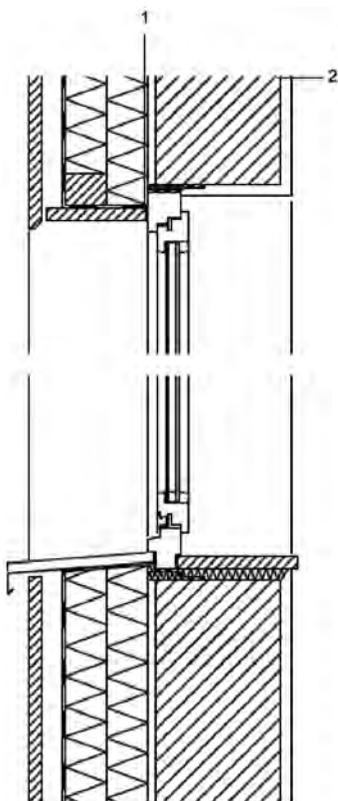


Рис. 6.4. Стык окна с наружной стеной, защищенной навесной вентилируемой фасадной системой (вертикальный разрез): 1 — предварительно сжатая уплотняющая лента; 2 — наружная стена (снаружи внутрь): деревянная обшивка или плитный материал, контр-обрешетка 2/10, диффузионно-проницаемая мембрана Tyvek (наклеивается на комбинированные оконные рамы), двухслойная теплоизоляция (толщина слоя 6 см) на решетчатой опорной конструкции 4/6, наружные кромки окна заподлицо с кладкой, имеющаяся стена (каменная или кирпичная кладка)

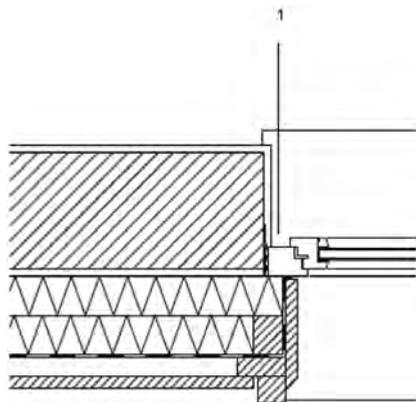


Рис. 6.5. Стык окна с наружной стеной, защищенной навесной вентилируемой фасадной системой (горизонтальный разрез): 1 — наружные кромки окна заподлицо с кладкой

Таблица 6.10

**Значения температур поверхностей для различных типов остекления
при наружной температуре $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$**

Качество остекления	Коэффициент теплопроводности U , Вт/м ² ·К	Температура поверхности, °С
Стеклопакеты (1970–1990 гг.)	3,0	8,5
Теплоизолированный стеклопакет с двойным остеклением	1,1	15,8
Теплоизолированный стеклопакет с тройным остеклением	0,6	17,7
Для сравнения: нетеплоизолированная стена	1,4	14,7
Для сравнения: очень хорошо теплоизолированная стена	0,2	19,3

Герметичность швов и стыков

Решающую роль в тепловой защите окон играет герметичность швов между составными рамами и подвижными створками. Она характеризуется коэффициентом проницаемости швов a . Этот коэффициент показывает, какой объем воздуха (рассчитываемый в кубических метрах) просочится за час через 1 м шва при перепаде давлений внутри и снаружи, составляющем 1,33 мбар (= 133 Па). Все современные окна без исключений должны иметь коэффициент проницаемости швов $a < 1,0$.

Герметичность швов и стыков окна — важная предпосылка для устранения неконтролируемых потерь через выветривание. Если дом оборудован управляемой вентиляционной системой с вытяжным вентилятором, то в конструкцию окна можно встроить приточные оконные вентиляционные клапаны⁴, причем, в зависимости от производителя, встроить их можно либо в рамы, либо в створки. На рынке сейчас предлагаются окна, в конструкцию которых уже встроена вся механика, необходимая для вентиляции помещений. Вклад рам в подверженность конденсату таких конструкций в любом случае будет значительным. В качестве рационального решения можно предложить оборудовать створки окон электрическими датчиками, которые помогут управлять температурой в помещении за счет открытия створок окна. Такое оборудование обеспечит более дисциплинированный режим проветривания (залповое проветривание).

Если шов негерметичен, это приведет к неконтролируемому воздухообмену и неизбежным тепловым потерям за счет выветривания. Помимо прочего,

⁴ См., например, <http://www.eurookna.ru/stat/stat-ventilation-aer-pritok.html>, http://www.beautokna.ru/plastic_windows2/ventilation

большие значения коэффициента проницаемости швов снижают защиту от шума. Проницаемость швов с течением времени может увеличиваться в случае коробления створок окна или потери уплотнителем его изначальных свойств (с течением времени он может становиться хрупким).

Для всех современных окон промышленного изготовления конструктивная защита от проливных дождей и правильное исполнение фальцев между створками и составными рамами можно считать уже гарантированными. Для окон с глухим остеклением местного производства необходим дренаж и целенаправленное проветривания области фальца.

Шумоизоляция

Окна должны эффективно поглощать шум с улицы. На шумоизоляцию окон влияют толщина, расстояние между стеклами и метод монтажа остекления, а также герметичность швов, метод монтажа окна и, наконец, угол падения шума.

Обычные стеклопакеты без дополнительных мероприятий не обеспечивают отличной шумоизоляции, потому что воздушный зазор между стеклами очень тонкий, а два тонких стекла имеют одинаковую толщину, что равносильно одинаковой частоте вибраций и не способствует ослаблению звуковых колебаний. За счет увеличения расстояния между стеклами и использования стекол различной толщины звукоизолирующие свойства окна можно улучшить. Окна с тройным остеклением обеспечивают намного лучшую защиту от шума, нежели окна с обычными стеклопакетами.