

ТЕХНОЛОГИИ ПЕРИМЕТРА СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ



Владимир Шеверя

Современное окно имеет тысячелетнюю историю развития. Первым окном можно назвать щель в пещере, через которую выходил дым от огня и проникал свет и воздух. Современное окно – это сложная система, выполняющая целый ряд задач. Среди них освещение помещения, защита от перегрева и энергосбережение, защита от атмосферных осадков и ветра, эстетическое оформление.



Главным элементом всех светопрозрачных конструкций является стекло. Оно обеспечивает основную функцию оконных систем – освещение помещений. Кроме того, современное энергосберегающее стекло позволяет обеспечить защиту помещений от перегрева солнечным излучением и уменьшить потери энергии. Стекло занимает порядка 70-85% оконного проема. Основное внимание в литературе уделяется главным образом вопросу выбора стекла. Мы же постараемся обратить больше внимания на оставшуюся часть оконного проема. Для удобства назовем ее "зоной периметра". Почему так важна эта зона?

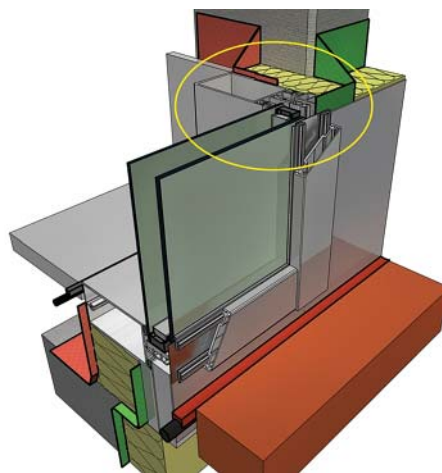
В зоне периметра сосредоточено около 90% всех материалов, используемых при производстве и установке светопрозрачных конструкций. Отсюда следует, что именно здесь чаще всего возникает проблема правильного подбора материала.

90% проблем светопрозрачных конструкций связано с ошибками при проектировании, производстве и монтаже оконной системы.

50-70% потенциала улучшения энергоэффективности светопрозрачной системы находится в зоне периметра оконной системы.

Обращая внимание на большие элементы конструкции, забывают или просто не обращают внимания на множество мелких элементов, которые существенно влияют на долговечность и качество системы.

Попробуем более четко "очертить", что входит в зону периметра.



- Система, обеспечивающая стабильность стекол и межстекольного пространства (дистанционная рамка стеклопакета, первичный и вторичный герметики стеклопакета).
- Система, обеспечивающая крепление стекол, возможность вентилирование помещений и открывание (оконная рама и створка).
- Система, обеспечивающая крепление светопрозрачной системы в проеме, а также тепло-, шумо-, паро и гидроизоляцию ее примыкания к строительным конструкциям.

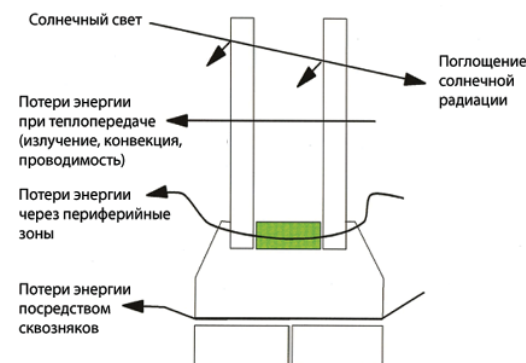


Рис. 1. Возможные варианты энергопотерь в оконных системах

Если абстрагировано выразиться – это все, что находится между стеклом и стеной. Также это можно проиллюстрировать достаточно "креативным" снимком (рис. 2). На нем видно, что все "лишнее", а именно стекло и газовая прослойка



Рис. 2

между стеклами, "удалено". К слову, часто задают вопрос, как выдерживает тот или иной материал пожар? На снимке хорошо видно, что оконная конструкция осталась на месте, остатки стекла также держатся на силиконовом герметике, но мне кажется, что это мало утешит владельца... Наверное, лучше обратить больше внимания на меры по предотвращению возникновения пожара.

Как оговаривалось выше, мы не будем рассматривать эффективность применения разных типов стекол, а также влияние заполнения инертным газом межстеклового пространства. Но отметим, что правильно подобранные стекла и наличие сухого газа имеет очень большое значение для эффективности окна. Хотелось бы обратить внимание на последнюю фразу. Подбор стекла является достаточно простым решением, если заказчик понимает цель, которую должен выполнить стеклопакет и обладает необходимыми финансовыми средствами. Два, а иногда и три энергосберегающих (селективных) стекла решают проблему перегрева помещения и потерь энергии посредством излучения. Закалка же стекла позволяет с одной стороны увеличить прочностные характеристики стекла и обезопасить себя от возможного "термошока". Уменьшение конвекционной составляющей потерь добиваются за счет высушивания воздуха между стеклами или, более эффективно, за счет заполнения пространства инертным газом (аргоном). Это также многие учитывают и обращают на это внимание. Тем не менее, существует небольшая проблема. Стекло не изменяет свои основные характеристики во время эксплуатации. Это значит, что тонированное стекло останется тонированным и через пять, и через десять лет, четырех миллиметровое стекло со временем также остается четырех миллиметровым. Но сохранить влажность воздуха или удержать аргон в стеклопакете призваны материалы, находящиеся по приме-



Рис. 3. Пример несовместимости материалов. Компоненты шовного герметика разрушили бутиловый герметик

тру стеклопакета. Они должны обеспечить стабильное расстояние между стеклами и полную герметичность межстеклового пространства.

Эту задачу выполняют дистанционная рамка, первичный и вторичный герметики. Вопросов по первичному герметику уже не возникает ни у кого. Есть надежда, что ушли в прошлое двусторонние скотчи и другие имитаторы первичного герметика. С функцией пароизоляции может справиться только полиизобутил (бутил). Также он хорошо удерживает инертный газ. Но данный герметик имеет один недостаток – он является пластическим материалом. Это значит, что сжатый бутил не возвращается в свою первоначальную форму. Для того, чтоб ограничить термические и другую подвижность стекол необходим упругий материал, обладающий определенными свойствами для конкретной области применения стеклопакета. Для обычного (оконного) применения чаще всего используется полисульфид, полиуретан, силикон или Хот-мелт, а для структурного фасадного остекления – только силикон. Не будем подробно останавливаться на данном вопросе. Главное – обращать внимание на совместимость материалов (рис. 3) и фокусироваться не на том, как удобен в работе тот или иной

герметик, а как он изменяет свои свойства со временем.

Дешевые герметики постепенно теряют свою эластичность и становятся жесткими. Стекло просто отрывается от герметика. Но потребитель уверен в том, что если материал называется полиуретаном, то он абсолютно аналогичен другому продукту, также называемому полиуретаном. В действительности же часто бывает так, что, к примеру, полиуретан "А" и полиуретан "Б" являются абсолютно разными материалами! Дешевый материал является таковым не потому, что кто-то вопреки экономическим законам решил работать без прибыли. Все гораздо проще – в таком материале использованы другие компоненты или некоторых нет вообще. Определить это могут только профессионалы. В Европе эту ситуацию решают постепенным ужесточением норм и стандартов. Так что в скором будущем многие герметики будут иметь доступ только на рынки Восточной Европы. Что не может не порадовать тех, кто любит покупать все дешевле и огорчить тех, кто надеется за инвестированные средства получить качественный продукт.

Дистанционная рамка оказывает весьма существенное влияние на энергопотери. Наличие конденсата на нижней части стеклопакета в морозную погоду,

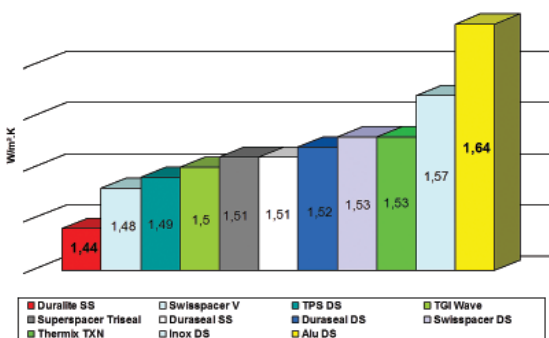


Рис. 4. Исследование Bauwerk и данные Technoform & Ensinger. Алюминиевое окно $U_f=2$, $U_g=1,1$

наверное, знакомо каждому. Как добиться уменьшения потерь энергии через дистанционную рамку? Первый способ – изменить материал рамки. Для иллюстрации на рис. 4 приведены результаты исследований зависимости U фактора от материала дистанционной рамки. Можно увидеть, что наиболее используемая алюминиевая рамка имеет наихудшее значение. Также по диаграмме хорошо заметно, что добиться каких-либо существенных улучшений можно только используя неметаллические или не полностью металлические рамки.

Второй вариант – опустить данную "холодную" зону глубже в оконную систему. Но это влечет за собой удорожание системы и уменьшение площади светопроема.

Передвигаясь дальше к краю оконной конструкции, мы сталкиваемся со следующим местом, где могут возникать проблемы. Это стык стеклопакета и оконной системы. Здесь используется ЭПДМ уплотнитель, 100% силикон, "любительский" силиконовый герметик и, как часто

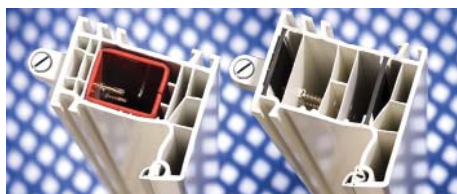


Рис. 5. Обычный оконный профиль (слева) и профиль без металла (с права)

бывает, "что-то в картридже или колбаске". Какие плюсы и минусы каждого варианта?

ЭПДМ уплотнитель очень технологичен. Отрезать необходимый кусок, вставить в предусмотренный паз – и уплотнение готово. Это плюс, но есть и минусы. Существующие срезы – это щели, куда может проникать вода. Кроме этого, даже очень хороший уплотнитель теоретически рассчитан на 15 лет эксплуатации, а без обслуживания он может прийти в негодность через 5–7 лет.

100 % силикон – это материал, стойкий к ультрафиолету, который не дает



Рис. 6. Вклейка стеклопакета в оконную раму

усадку и не растрескивается со временем. Он не продается в супермаркетах, так как является достаточно дорогим. Для его правильного нанесения необходимы определенные навыки и знания. Также необходимо определенное время для вулканизации материала.

"Любительский" силиконовый герметик – это продукт, вырабатываемый для розничной торговли, где очень важными факторами являются красочность упаковки и цена. В связи с чем, в материале, помимо силикона, значительную часть составляют растворители, органические масла и наполнители. Присутствие данных "удешевителей" и обуславливает значительные усадки, растрескивание и отслаивание материала со временем.

Для очень "экономных" потребителей часто предлагается "что-то в картридже или колбаске". Для этой категории главное, чтобы продукт имел какое-то чисто визуальное сходство с материалом, который должен использоваться согласно технологии. Главное, чтобы материал был бесцветным (или как его называют прозрачным) и упакованным в картридж или колбаску. То, что это будет полиуретан, акрил или какой-либо другой продукт, не выдерживающий условия эксплуатации, не имеет для производителя никакого значения.

Разрушение уплотнителя приводит к попаданию воды в промежуток между рамой и стеклопакетом, что ухудшает теплопроводность узла, а также влияет на вторичный герметик стеклопакета. Что в последствии приводит к ухудшению эксплуатационных свойств стеклопакета.

Двигаясь дальше, мы остановимся на оконной раме. Деревянное окно является однородным. Поэтому оно не имеет тех проблем, которые существуют в металлопластиковом окне. Пластик имеет очень хорошие характеристики теплопроводности, но у него недостаточная жесткость. Поэтому для придания жесткости в окнах присутствует металлический усилитель. Наличие металла значительно ухудшает энергоэффективность окна. Решение данной задачи за счет увеличения количества камер профиля не дает ощутимого результата. Поэтому в последнее время начинает развиваться новая технология – технология вклейки стеклопакета в оконную раму Direct Glazing. В специально разработанный оконный профиль (рис. 5) с помощью двухкомпонентного силиконового герметика вклеивается стеклопакет. В этом случае рама и стеклопакет начинают работать как одна система, а ее жесткость обеспечивается за счет стеклопакета и полимерных вставок в раме, а не за счет металлического усилителя.

На рис. 7 и 8 схематически показана изотерма точки росы обычного металлопластикового окна и этого же окна, если в нем будет отсутствовать металлический профиль, а стеклопакет будет клеен.

Обычно на этой стадии заканчивается анализ оконной системы. Но хотелось бы обратить внимание на то, что до строительных конструкций остается еще 2-3 сантиметра. Это самый проблематичный узел, который находится вне зоны компетенции и производителей окон, и производителей несущих конструкций. Во всяком случае, так они рассуждают. На рис. 9 приведены некоторые часто встречающиеся проблемы. Стекающая ржавчина, конденсат, плесень и грибок на стенах и окне, плохая шумоизоляция – это результат неправильной реализации примыкания.

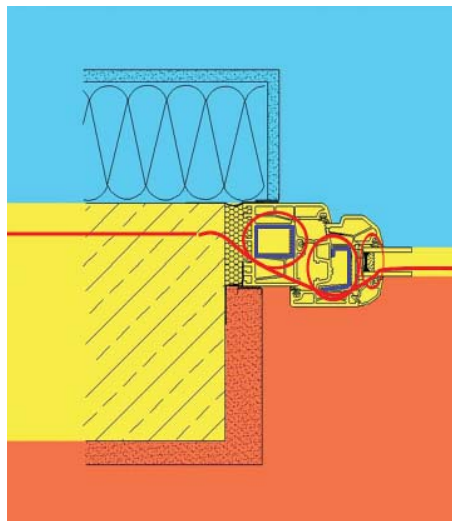


Рис. 7. Изотерма точки росы обычного окна

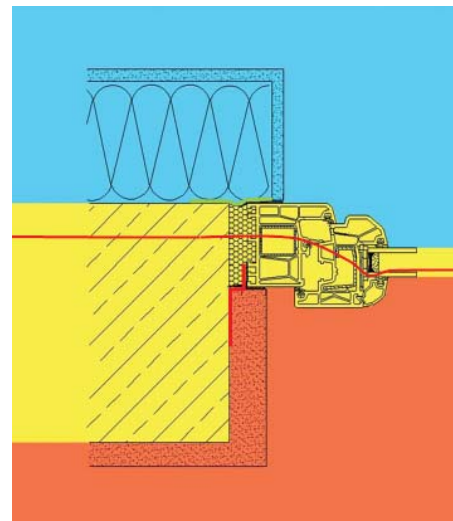


Рис. 8. Изотерма окна без металлического профиля

К сожалению, бытует мнение, что установка окна заключается в заполнении проема монтажной пеной, которое вдобавок часто бывает неполным (рис. 10). Но наличие только герметика не решает задачу проникновения влаги вовнутрь конструкции. Аналогичная ситуация типична и в случае фасадов. Примыкание заклеивается рубероидом, пленкой или заполняется пеной.

Мало кто задумывается над тем, что этот узел имеет четкое функциональное назначение. А именно, он отвечает за компенсацию возможной подвижности примыкающих конструкций в силу термических и механических нагрузок, шумоизоляцию, теплоизоляцию, гидроизоляцию с внешней стороны и пароизоляцию с внутренней. Очевидно, что приведенные на рис. 11 примеры не решают



Рис. 9



Рис. 10



Рис. 11

ют весь комплекс существующих проблем.

На рис. 12 приведена изотерма правильно реализованного узла примыкания, а на рис. 13 – изотерма точки росы узла без паро- и гидроизоляционной ленты через некоторое время его эксплуатации.

Смещение на рис. 13 изотермы в сторону помещения объясняет возникновение конденсата, развитие плесени и грибка на откосе окна. Почему так происходит? Разница между этими двумя схемами обозначена на втором рисун-

ке. На нем нету внутренней ленты (красная) обеспечивающей пароизоляцию узла, и внешней (зеленая), обеспечивающей его гидроизоляцию. В зимнее время влажность внутри помещения всегда выше, чем снаружи. Поэтому влага, не имея преграды, попадает внутри конструкции в зону точки росы. Постепенно за счет конденсированной влаги стена в зоне примыкания увлажняется, за счет чего увеличивается ее теплопроводность. Другими словами, стена постепенно намокает, а со временем может промерзнуть. Создается впечатление,

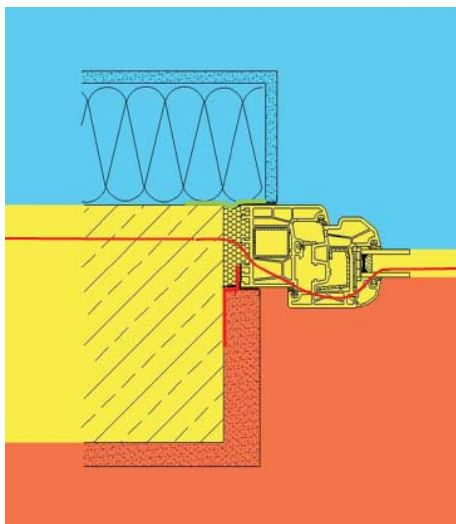


Рис. 12

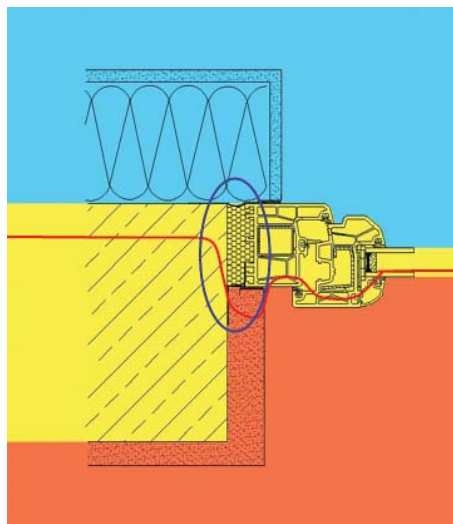


Рис. 13



Рис. 14

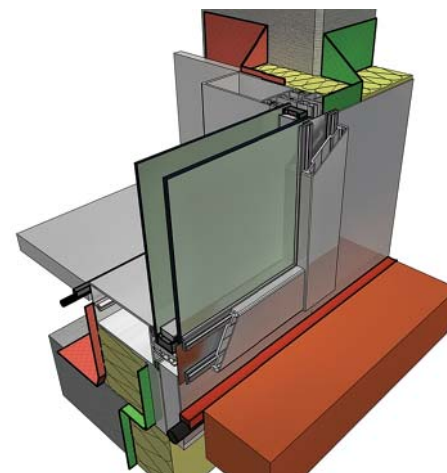


Рис. 15

что стена протекает. В действительности же это происходит конденсация влаги на холодной поверхности. Этот эффект усиливается применением паро непроницаемой пленки или рубероида на внешней части стыка. Шов, не имея возможности подсыхать, увлажняется намного быстрее. К аналогичному результату может привести отсутствие внешней пленки. Без гидрозащиты внешняя сторона стыка увлажняется атмосферными осадками. Что также изменяет теплопроводность места примыкания и не в лучшую сторону.



Рис. 16



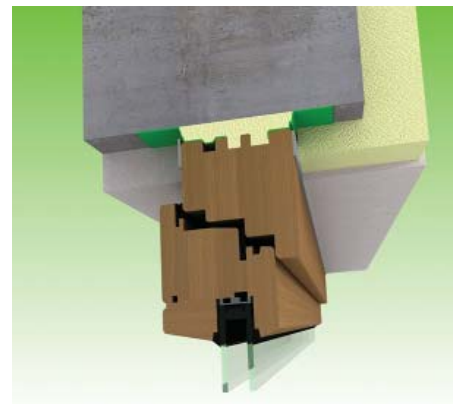
В производстве примыканий руководствуются простым правилом: внутри плотнее, чем снаружи. Это значит, что внутренние материалы должны воспрепятствовать прохождению влаги, а внешние дать возможность влаге пройти наружу. Этим достигается сбережение теплоизоляционных свойств утеплителя (монтажной ленты или пены для окон и минеральной ваты для фасадов). На рис. 14 приведен пример примыкания, а на рис. 15 – схема такого фасадного узла.

Особенность примыканий фасадных систем являются большие размеры и подвижность узла по сравнению с окнами. В связи с этим в фасадных примыканиях используются бутиловые ленты и ЭПДМ мембраны (рис. 16). Они имеют повышенную прочность и эластичность. Также очень важным является соблюдение минимальных нахлестов при наклейке на пористые материалы – в противном случае влага может просто "обойти" барьеры.

В случае оконных примыканий нет таких нагрузок, как в фасадах, и поэтому допускается использование материалов, механические характеристики которых не столь высоки. Это ни в коей мере не



Рис. 17. Технология монтажа окон с системой illmod Trio



говорит о том, что эти материалы ниже качеством. Каждый материал должен выполнить свою функцию, но в тоже время не удорожать объект без надобности.

На данный момент разработан широкий ассортимент всевозможных лет и пленок, которые дают возможность подобрать наиболее удобный вариант по цене и технологичности работ. Это обычные паро и гидроизоляционные пленки, пленки с нанесенной бутиловой полосой, облегчающей процесс монтажа, ленты Duo\Twin Aktiv с уникальной возможностью изменять пропускание пара в зависимости от места установки и наконец, вершина монтажных технологий, лента illmod Trio, выполняющая одновременно три функции (парозащита, теплоизолятор, гидрозащита). Монтаж окна с лентой illmod Trio сводится к наклейке ленты на торец окна и фиксации окна в проеме (рис. 17), при этом нет необходимости ждать пока застынет пена, обрезать пену, наклеивать с двух сторон пленки.

Ну а следующим элементом в нашем экскурсе является стена, которая уже не входит в очерченную нами "зону периметра". Возможно, данная статья поможет расширить кругозор заказчиков и производителей в области существующих технологий, их возможностей, а также тенденций их развития.

Владимир ШЕВЕРЯ
инженер технической поддержки
структурное остекление и фасады
компания Tremco illbruck

e-mail:
vladimir.sheverya@tremco-illbruck.com