

Технические основы проектирования монтажных швов современных окон из ПВХ.

Настоящей статьей наш журнал продолжает серию публикаций, которые в комплексе рассматривают маленький по площади, но не по значению монтажный шов, а также технические и организационные проблемы монтажа.

Окончание, начало в номере 1,2 2003 год.

3. Изоляция монтажных швов.

Соединительный шов в процессе эксплуатации окна подвергается различным воздействиям окружающей среды, при этом испытывая деформации, образованные от сил температурных деформаций конструкции окна и перемещения сооружения. Чтобы противостоять этим воздействиям, изоляционный шов должен удовлетворять требованиям: теплоизоляции, водонепроницаемости, воздухо- и паронепроницаемости, звукоизоляции, химической, ультрафиолетовой стойкости, а также обеспечивать конструктивную подвижность без разрушения системы изоляции.

Конструкцию монтажного шва решают различно в зависимости от материала стены, рамы, технологии отделки откосов, толщины шва, но, в общем, монтажный шов представляет собой комплекс материалов, в совокупности образующих систему изоляции.

Система изоляции состоит:

- * Внутренний изоляционный слой;
- * Заполнение монтажного шва;
- * Наружный изоляционный слой.

Представляя собой систему, каждый слой шва выполняет определённую функцию:

Наружный изоляционный слой обеспечивает защиту от атмосферных осадков, солнечной радиации, ветра, при этом он должен иметь высокие показатели звукоизоляции и теплоизоляции.

Заполнение монтажного шва обеспечивает необходимые теплозащитные качества (термическое сопротивление), достаточные для того, чтобы исключить локальное промерзание ограждающей конструкции по монтажному шву.

Внутренний изоляционный слой обеспечивает звукоизоляцию и защиту от парообразной влаги, находящейся во внутреннем воздухе помещения и стремящейся диффундировать наружу через монтажный шов.

При этом очевидно, что даже при качественно запроектированной изоляции, за счёт существенной разницы парциальных давлений водяного пара, содержащегося во внутреннем и наружном воздухе, некоторая доля парообразной влаги всё равно будет проникать в шов. Мигрируя в толщу шва, тёплый водонасыщенный воздух попадает в зону низких температур (ниже точки росы) и образует диффузионный конденсат, что приводит к деградации утеплителя и потере теплоизоляционных свойств.

Рассмотрим пример устройства изоляции соединительного шва стандартного примыкания оконной рамы к однослойной стене при условии расположения окна в зоне положительных температур (исключается опасность образования конденсата на поверхности откоса и профиля) (рис.17). Граничные климатические условия одинаковые.

В первом случае из всей системы изоляции присутствует только теплоизолирующее заполнение шва. При открытом досту-

пе воздуха из помещения в шве неизбежно накапливается влага и образуется конденсат, который превращается в лёд после прохождения через нулевую изотерму. К этому еще добавляется влага, проникающая с улицы в основном в виде атмосферных осадков, и прямое воздействие солнечной радиации.

Во втором случае обеспечена защита от дождя, снега, выполнена теплоизоляция, но не закрыта плоскость изоляции в помещении, что приводит к образованию конденсата, причём за счёт отсутствия прямого выхода наружу обильно скапливающегося во внешней границе шва.

В третьем случае выполнены все мероприятия по изоляции, примыкание профиля к откосу внутри помещения закрыто по периметру пароизоляционным материалом, а снаружи установлен гидроизоляционный материал, обеспечивающий отвод водяного пара, проникающего из конструкции стены (особенно при применении высокопористых конструкционно-теплоизоляционных материалов - пенобетон, газобетон).

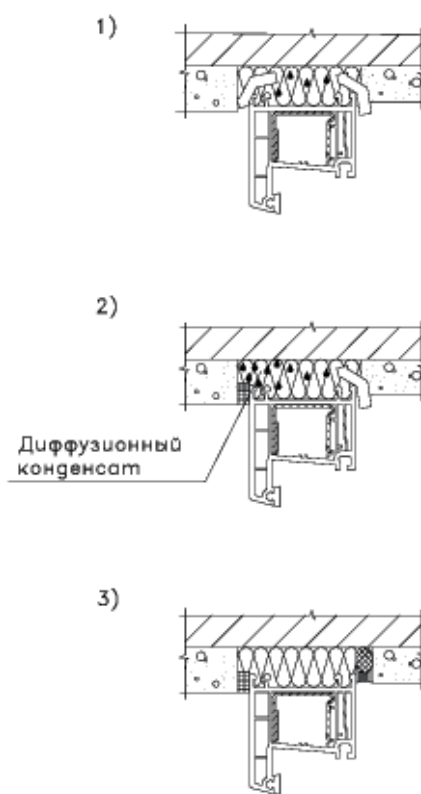


Рис. 17. Примеры устройства изоляции монтажного шва.

Поэтому при проектировании систем изоляции монтажных швов необходимо придерживаться принципа “внутри плотнее, чем снаружи”. Допускается проектирование изоляции с применением материалов с одинаковой плотностью как внутри, так и снаружи, но при условии примыкания оконной конструкции к стенам, характеризующимся низким коэффициентом паропроницаемости (бетон, сталь, натуральный камень и т.д.).

При формировании швов необходимо различать одноступенчатую и двухступенчатую конструкцию изоляции с наружной стороны. Защита от дождя и ветра в одноступенчатой конструкции происходит в одной плоскости (рис.18 б), а в двухступенчатой происходит в раздельных плоскостях (рис.18 а).

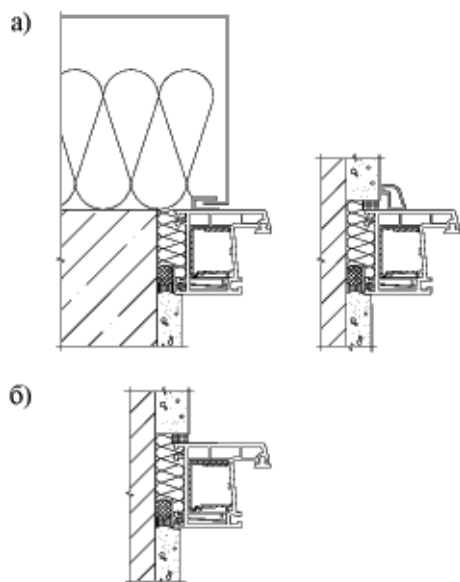


Рис. 18. Примеры конструктивных решений по изоляции шва:
а) двухступенчатая конструкция шва;
б) одноступенчатая конструкция шва.

Надёжность последней конструкции выше, тк. она исключает прямой контакт ливневой влаги, Уф излучения, пыли и взвешенных частиц с материалом, используемым в наружной плоскости изоляции. При этом вода, попавшая за плоскость защиты от дождя, образованную дополнительным профилем ПВХ или экраном навесного вентилируемого фасада, выводится наружу.

Изоляционные материалы.

Соединительный шов между окном и каркасом здания является подвижным швом, и это во многом определяет выбор изоляционных материалов. Подвижность шва обусловлена температурными деформациями профиля оконной конструкции, которая в свою очередь определяет минимальную толщину шва. По данным немецких производителей, для окон из ПВХ температурные изменения длины составляют: 1,6 мм/м для твёрдого белого ПВХ и 2,4 мм/м для твёрдого цветного ПВХ.

На основании этих данных строится таблица, отражающая зависимость ширины монтажного шва от длины элемента оконной рамы. При пользовании таблицей следует помнить, что испытание немецких профилей на нагревание-охлаждение проводятся при температуре внутреннего воздуха равной +65°C и -15°C. В российских условиях значения, приведённые в таблице 2, следует умножать на коэффициент 1.5.

Изоляционные материалы для внутренней пароизоляции:

- аэрозольные герметики совместно с формообразующим материалом;
- изоляционные ленты.

К аэрозольным материалам относятся: герметики на основе силикона, полиэфира (SMP), полиуретана, полисульфида, дисперсионного акрила. Изоляционный материал можно использовать только совместно с формообразующим материалом обладающим малой теплопроводностью, минимальным водопоглощением, низким модулем упругости и гладкой поверхностью (уплотнитель на основе вспененного полиэтилена - "Вилатерм"). Используемый заполняющий материал формирует оптимальные габариты аэрозольного герметика, для наилучшей работы под нагрузкой, так как он должен сцепляться только с двумя поверхностями. При этом должно соблюдаться соотношение ширины и глубины (рис.19):

$$t = 1/2b \geq 6 \text{ мм},$$

где t - глубина изоляционного материала,
 b - ширина изоляционного материала.

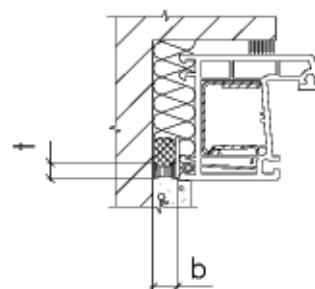


Рис. 19. Устройство изоляции монтажного шва с использованием аэрозольного герметика (1), формообразующего материала (2).

Аэрозольные герметики, имеющие достаточно большое относительное удлинение до 100-250%, способны воспринимать существенные амплитуды сжатия-растяжения. При этом качественной характеристикой будет служить, прежде всего, способность к высокой адгезии с соединяемым материалом. Также следует учитывать совместимость герметиков с контактируемыми материалами. Например, силиконовый герметик, у которого побочным

Таблица 2. Минимальная ширина швов для соединительных швов с применением аэрозольных герметиков.

Материал оконного профиля					Длина элементов конструкции, м		
					до 1.5	до 2.5	до 4.5
					Минимальная ширина шва b, мм		
					до 2.5	до 3.5	до 4.5
ПВХ жесткий белый	10	15	20	25	10	10	15
ПВХ жесткий цветной	15	20	25	30	10	15	20

продуктом вулканизации является уксусная кислота, не может быть использован на оцинкованной стали, натуральном облицовочном камне или аналогичном материале, а также ПВХ без специальной обработки поверхностей.

К отечественным разработкам относятся материалы :

* ГЕРМАБУТИЛ-С - мягкая бутилкаучуковая мастика. Представляет собой раствор бутилкаучука со специальными наполнителями и модифицируемыми добавками. Мастика относится к материалам холодного отверждения. Внешний вид - однородная масса тёмного цвета, плотность рабочего состава 800 - 1100 кг/м², условная прочность в момент разрыва не менее 0,15 Мпа, относительное удлинение в момент разрыва не менее 70%.

* "САЗИ" АКСА - акрилатный строительный герметик (мастика). Используется для герметизации конструкций с амплитудой деформации швов и стыков до 20%. Выдерживает температурный интервал эксплуатации от -40°C до +80°C, температурный интервал нанесения от -15°C до +35°C. Глубина изоляции должна быть больше либо равна 3 мм.

Изоляционные ленты на основе бутилового, изобутилового материала, а также эластомерные шовные ленты на основе полисульфида, силикона, полиуретана, предназначены преимущественно для применения в области швов, ширина которых от 20 мм., и многослойных строительных конструкций. Ленты имеют достаточно большую подвижность в монтажном шве, преимущественно за счёт особенностей пространственного расположения (т.н. "деформационная петля"), которое обеспечивает работу материала без внутренних напряжений и нарушения целостности изоляционной плоскости (рис.20).

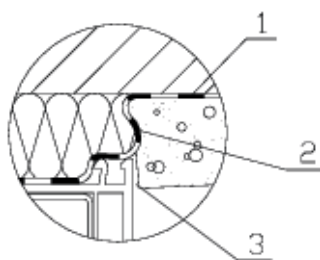


Рис. 20. Конструкция устройства деформационной петли.
1 - пароизоляционная лента с основанием под штукатурку;
2 - подвижная петля;
3 - деформационный разрез.

Наиболее известный производитель - Илльбрук (Illbruck - Германия) выпускает комплекс материалов, среди которых:

* ILLTAPE Vlies Duo - пароизоляционная бутилкаучуковая уплотнительная лента. Эластичная лента из бутилового каучука высокой степени клейкости, серого цвета, с одной стороны обработана искусственным волокном и имеет самоклеящуюся крепёжную полосу, посредством которой монтируется в скрытые места. Ленту применяют для пароизоляции в монтажных швах при "мокрых" способах отделки откоса. По стороне, обработанной волокном, можно наносить штукатурные растворы, шпаклёвку, краску. При этом материал имеет высокую степень паронепроницаемости, качественную адгезию крепёжной полосы к различным материалам и поверхностям, лента совместима с акрилами, поликарбонатами и различными штукатурками.

Температура приклеивания от +5 до +40°C, температура эксплуатации от -40 до +80°C, сопротивление паропропусканию 1,5 м² · г · Па/мг. Выпускаются в виде лент размерами: 75/2,0, 100/2,0, 150/2,0, соответственно ширина и толщина в миллиметрах. Размер ленты подбирается исходя из ширины монтажного шва +40 мм..

* ILLDIF I - пароизоляционная уплотнительная лента. Выполнена из алюминиевой фольги, армированной высокопрочной нитью; с одной стороны имеет самоклеящийся слой, с другой - монтажную полосу из бутилкаучука высокой клейкости. Применяется для пароизоляции монтажных швов с дальнейшей отделкой откосов "сухим" способом. Обладает высокой степенью пароизоляции, качественной клеящей способностью монтажной полосы к разным строительным материалам и различным материалам профилей; возможность выполнения любого "сухого" вида отделки поверх ленты.

Материалы для наружной изоляции:

- ленты из вспененных материалов с пропиткой;
- гидроизоляционные паропроницаемые ленты.

Под "лентами из вспененных материалов с пропиткой" подразумевается так называемая предварительно сжатая уплотнительная лента - ПСУЛ. Этот материал характеризуется наименьшим сопротивлением диффузии водяных паров, что и определяет область применения в плоскости наружной изоляции с выполнением принципа "внутри герметичней, чем снаружи".

Ленты изготавливаются из вспененного мягкого полиуретана с открытыми порами с последующей пропиткой специальными водоотталкивающими составами. Принцип работы ПСУЛ основан на саморасширении ленты в шве, при этом она создаёт давление на прилегающей поверхности, и в процессе термических дефор-

Таблица 3. Минимальная ширина швов для соединительных швов с применением ПСУЛ.

Материал оконного профиля								
	Длина элементов конструкции, м							
	до 1.5	до 2.5	до 3.5	до 4.5	до 2.5	до 3.5	до 4.5	
	Минимальная ширина шва b, мм							
	ПВХ жёсткий белый	8	8	10	10	8	8	8
ПВХ жёсткий цветной	8	10	10	12	8	8	8	

маций рамы, характеризующихся амплитудами растяжения-сжатия, шов всегда остаётся заполненным и защищенным от атмосферных осадков и ветра. Причём ПСУЛ располагается с наружной стороны профиля, плоскости наибольших амплитуд, т.к. наружная сторона окна испытывает самые большие температурные деформации. Применение саморасширяющихся материалов эффективно не только по основному принципу изоляции, но и по условиям долговечности, т.к. он совместим практически со всеми материалами. Однако стоит заметить его чувствительность к неровностям, характеризующимся остротой линии, поэтому шов должен быть по возможности ровным, без резких перепадов поверхности.

ПСУЛ выпускаются различной толщины, что позволяет их применять для любой толщины шва в интервале от 3 до 20 мм.. Минимальная толщина шва для оконной конструкции указана в таблице 2.

В качестве примера материалов такого рода можно назвать уплотнительные ленты фирм "Illbruck" - illmod 2D, illmod eco, illmod 600, "ХАНО" - лента ГОЛТОГУМ, "СОУДАЛ" - лента СОУДАЛ, "ЕКСАДАН" - лента ФЕНФАСТ. Товарные характеристики этих лент, как правило, выглядят подобным образом: 15/20, 15/40 или 20/40. Числа в числителе обозначают ширину лент, в знаменателе ее полное расширение.

* ILLMOD 2D - предварительно сжатая саморасширяющаяся уплотнительная лента (ПСУЛ). Характеризуется устойчивостью к воздействию природных факторов; возможностью использования ленты для стыков с неровными поверхностями; совместимостью со всеми материалами и профилями; устойчивостью к дождю и ветру с давлением до 600 Па, при этом шов, выполненный из ленты, обеспечивает фильтрацию пара (коэффициент паропропускаемости 0,1 мг/(м х ч х Па)). Монтаж производится при температуре воздуха от -20 до +35°C, температура эксплуатации от -50°C до +90°C, коэффициент теплопроводности 0,050 - 0,055 Вт/(м х С). Товарные марки лент: 13/3-8, 15/5-12, 20/8-20,

где число над дробью - ширина лент, в мм; числа под дробью - оптимальный зазор между уплотняемыми поверхностями, от... до ..., в мм. Пример: максимальное отклонение откоса от внутренней вертикали составляет 15 мм. Наиболее подходит размер 20 / 8 - 20, (15мм расположены между 8 - 20мм).

Областью применения гидроизоляционной паропроницаемой лентой является примыкание нижней горизонтальной части рамы к стене и оконного отлива, а также по всему внешнему периметру окна при последующей штукатурке фасада и полного закрытия ленты.

* illdif A - гидроизоляционная паропроницаемая лента. Продукт состоит из прочной полиэстеровой ткани мембранного типа, с двумя полосами из бутилкаучука высокой клейкости, шириной 10 и 15 мм, нанесёнными с одной стороны или с обеих сторон ленты.

Материалы для заполнения монтажного шва:

- монтажная пена - аэрозольный однокомпонентный полиуретановый герметик.

По своей структуре пена является ячеистой полиуретановой пластмассой, которая при выходе из баллона вулканизируется под воздействием влажности, содержащейся в воздухе, при этом приблизительно в 20-30 раз увеличиваясь в объеме.

Затвердевание пены происходит за счет химической реакции с влагой, содержащейся в воздухе или на обрабатываемых поверхностях. После затвердевания пена представляет из себя однородную ячеистую пластмассу, в ячейках которой находится воздух.

Работы с пеной следует производить при температурах от +

5°C до +35°C. При нанесении пены в холодную погоду (ниже +0°C) в воздухе содержится недостаточно влаги, в результате чего лишь небольшая часть молекул вещества, образующего пену, оказывается способной вступить в химическую реакцию с молекулами воды, содержащимися в воздухе. Весь остальной объем пены укладывается в шов в "законсервированном" состоянии. Как только в воздухе появляется дополнительная свободная влага (весной или в период продолжительной оттепели), сразу же начинается химическая реакция. Увеличивающаяся в объеме пена начинает давить на оконный блок и, при ненадлежащем выполнении системы крепежа, окно может быть частично выдавлено из проема. Такое поведение характерно для некачественных пен не предназначенных для использования при монтаже оконных конструкций в зимнее время.

Оптимальная температура нанесения +15 - +20°C. Эксплуатация затвердевшего герметика возможна в интервале температур от - 40°C до + 100°C.

Затвердевшая пена имеет малый объемный вес $g = 20-25 \text{ кг/м}^3$ и обладает низким коэффициентом теплопроводности $k = 0.036 \text{ Вт/м К}$. Обладает малой прочностью на растяжение-сжатие - порядка 1.5 МПа (для сравнения эта величина для твердого ПВХ составляет 80-90 МПа). Затвердевшая пена - хрупкий и малопластичный материал. Она выдерживает лишь около 10% изменения толщины шва, после чего происходит разрушение ячеистой структуры. По существу, пена, в процессе монтажа заполняя собой всё пространство шва, на первом этапе повышает жесткость конструкции окно - шов - стена, но в дальнейшем, изменяя свои геометрические размеры под действием температурных подвижек рамы окна, она теряет свои "несущие" свойства, при этом продолжая выполнять основную функцию теплоизоляции. Поэтому пена не может быть использована в качестве единственного и достаточного материала, применяемого для закрепления оконного блока.

Для хорошей и качественной монтажной пены характерны:

- широкий интервал рабочих температур, при которых возможно ее нанесение;

- пористость, равномерно распределенная по объему в застывшем состоянии, что можно сразу же увидеть, сделав срез застывшей пены ножом, а при использовании так называемой "профессиональной" пены, наносимой при помощи монтажного пистолета, возможно регулирование объема пор;

- стабильность свойств и объема при изменении температуры и влажности окружающей среды.

Наиболее известные производители - АО "Урепол" (UREPOL OY - Финляндия), "Иллбрук" (ILLBRUCK - Германия) марки illfoam 1K, "Саудал" (Soudal - Германия). Поставляется в баллонах, емкостью 500, 650, 750 и 1000 мл.

Глушков Д.А.

эксперт-консультант

Центра новых строительных технологий, материалов и оборудования

glushkov@mosarchinform.ru

Литература.

1. Борискина И.В., Плотников А.А., Захаров А.В. Проектирование современных оконных систем гражданских зданий. Учебное пособие. - М.: Издательство АСВ, 2000 г.
2. Руководство по монтажу. Установка окон и фасадов с контролем качества по нормам RAL. Пер. с немецкого.
3. Kommerling. Семинар по монтажу. Указания по монтажу / Пер. с немецкого, 1996.
4. Московский территориальный строительный каталог, часть 6. Технические решения. - М.: Компьютерный центр Моспроект, 2000.
5. Illbruck. Техническая информация по материалам www.illbruck.com/de.