

К ВОПРОСУ ВЫБОРА УТЕПЛИТЕЛЯ ДЛЯ СИСТЕМ ФАСАДНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ С ТОНКИМИ НАРУЖНЫМИ ШТУКАТУРНЫМИ СЛОЯМИ

В настоящее время в системах фасадной теплоизоляции с тонкими наружными штукатурными слоями (см. рис. 1), которые довольно часто называют еще и «мокрыми» системами, применяют обычно два эффективных утеплителя, а именно, плиты из минерального волокна (далее МВП) и/или пенополистирола (ППС). Другие утеплители, такие, как стекловата, экструдированный полистирол, пенополиуретан, пеностекло и т. д., практически не применяются или применяются частично, например, экструдированный пенополистирол при утеплении цокольной части здания.

Применение в основном МВП и ППС обусловлено, не в последнюю очередь, чисто экономическими соображениями, так как цена между ними отличается в 4—5 раз, и таким образом мы имеем дорогой и дешевый утеплители.

Попробуем рассмотреть эти два утеплителя с точки зрения оценки основных количественных характеристик.

ПЛИТЫ ИЗ МИНЕРАЛЬНОГО ВОЛОКНА (МВП)

МВП получают путем расплава и расщепления на волокна исходного сырья (базальта или диабаз), введением в расплав вяжущего вещества и модифицирующих добавок, сжатием минераловатного ковра с целью ориентации волокон, затвердеванием связующей основы и раскроем ковра на плиты.

Отметим, что расщепленное на волокна природное сырье занимает только от 1 до 8% объема готового продукта.

Качество МВП определяется многими различными факторами. Наиболее существенными являются:

- состав сырья;
 - длина и диаметр волокна;
 - ориентация волокна;
 - вид и количество связующей основы, добавок;
 - количество не волокнистых включений, например, пыль или каплевидные оплавления (корольки);
 - объемная плотность продукта.
- Приведем и обсудим, с нашей точки зрения, основные характеристики МВП:
- сырье для плит — базальт или диабаз;
 - плотность — не менее 120 кг/куб. м;
 - прочность на разрыв волокон в направлении, перпендикулярном плоскости плиты, не менее 15 кПа;
 - перепад толщины плиты — не более ± 4 мм;
 - группа горючести — НГ (негорючие).

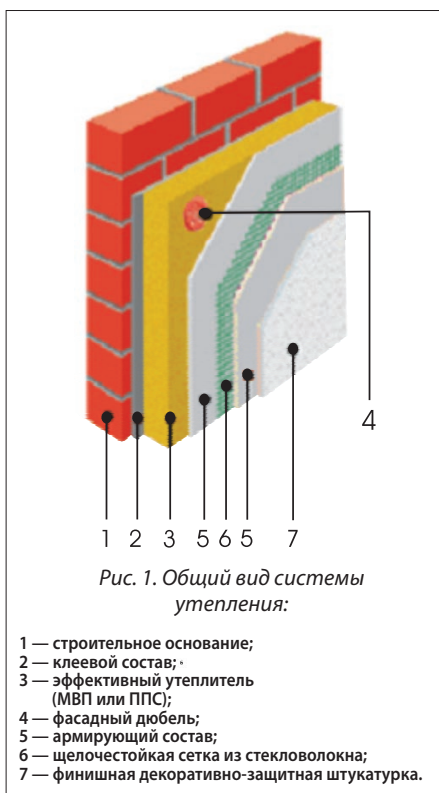


Рис. 1. Общий вид системы утепления:

- 1 — строительное основание;
- 2 — клеевой состав;
- 3 — эффективный утеплитель (МВП или ППС);
- 4 — фасадный дюбель;
- 5 — армирующий состав;
- 6 — щелочестойкая сетка из стекловолокна;
- 7 — финишная декоративно-защитная штукатурка.

Первый и последний пункты увязаны между собой с точки зрения пожарной безопасности. Температура плавления материала плиты должна быть не менее 1000 °С.

Так как при пожаре внутри помещения температура факела в районе верхнего среза оконного проема может достигать 700...900 °С, то это и ограничивает применение в качестве утеплителя, например, стекловаты, имеющей температуру плавления примерно 600 °С.

Только на МВП плотностью свыше 120 кг/куб. м можно хорошо и надежно нанести штукатурные слои (плита меньшей плотности слишком «мягкая» с точки зрения несущей способности для последующих штукатурных слоев).

Важнейшей характеристикой является предел прочности на разрыв волокон в направлении, перпендикулярном плоскости плиты, который должен составлять не менее 15 кПа.

Согласно DIN 18165 часть 2 для МВП высокой плотности, величина прочности на разрыв волокон должна составлять не менее 7,5 кПа.

Что же происходит на практике? С одной стороны, общепринятым при приклеивании плит является метод «валика-точки», по которому клей наносится на плиту валиком по

периметру и 3—6 куличами в центре, что позволяет за счет толщины клея успешно выравнять плитой неровности строительного основания до 2 см/м. Общая площадь приклеивания должна составлять при этом не менее 40% от площади плиты.

С другой стороны, опыт эксплуатации систем с МВП показал, что если плита набирает большое количество влаги в виде конденсата (высокая конструктивная влажность несущей стены, «мокрые» процессы внутри помещений уже после монтажа системы, выбор слабо паропроницаемых материалов для наружного штукатурного слоя), то прочность на разрыв, по некоторым оценкам, может снизиться на величину до 30—50%.

Тогда окончательную прочность на разрыв, с учетом двух понижающих коэффициентов, о которых говорилось выше, можно оценить величиной:

$$7,5 \cdot 0,4 \cdot 0,5 = 1,5 \text{ кПа.}$$

Теперь предположим, что система монтируется на здание высотой свыше 20 м. DIN 1055 для таких зданий при высоте от 20 до 100 м в крайних зонах определяет ветровой отсос, равный 2,2 кПа.

Налицо превышение ветровой нагрузки над прочностью на разрыв утеплителя, что неизбежно приведет при знакопеременной ветровой нагрузке к расслоению плиты.

Именно это обстоятельство и дало толчок к увеличению требований по прочности на разрыв МВП для штукатурных систем фасадного утепления до 15 кПа.

Для минераловатных плит критичен перепад плит по толщине, так как далее в процессе монтажа на наружную поверхность плит наносится тонкий штукатурный слой. Остальная геометрия для МВП менее актуальна по причине относительно невысокой жесткости плит, которая позволяет плотно подгонять плиты друг к другу при монтаже.

Анализ плит различных производителей по этому показателю показывает, что более четко его выдерживают импортные производители, чем российские.

Рассмотрим еще два показателя для МВП. Это коэффициент паропрооницаемости и водопоглощение.

Коэффициент паропрооницаемости, мг/(м·ч·Па), является важнейшим параметром, влияющим на поведение всей системы утепления в целом, которая представляет собой многослойную строительную конструкцию. Напомним, что зная толщину МВП, легко найти сопротивление паропрооницанию,



(м²·ч·Па)/мг, как отношение толщины плиты к коэффициенту паропроницаемости.

Многолетняя практика эксплуатации систем с МВП показала, что для них должно выполняться правило, когда сопротивление паропроницанию каждого последующего слоя изнутри наружу должно быть не выше, а лучше ниже, чем предыдущего слоя.

Для современных МВП, имеющих открыто пористую структуру и применяемых в системах «мокрого» типа, коэффициент паропроницаемости составляет обычно не менее 0,3 мг/(м·ч·Па), что говорит о хорошей паропроницаемости по сравнению с воздухом, для которого в нормальных условиях коэффициент паропроницаемости равен примерно 0,625 мг/(м·ч·Па).

Водопоглощение оценивается в % по массе или объему и обычно для качественных МВП составляет не более 1% по объему.

Однако отметим, что при правильно смонтированной системе утепления воздействие атмосферной влаги на МВП, защищенную наружным штукатурным слоем, должно отсутствовать в принципе, что и предопределяет анализ системы утепления, в первую очередь с точки зрения диффузии водяного пара.

Несколько слов скажем о таком показателе, как коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С).

Если обратиться к Приложению 3* СНиП П-3-79* «Строительная теплотехника» или к Приложению Е СП 23-101-2002 «Проектирование тепловой защиты зданий», то можно найти, что коэффициенты теплопроводности для жестких МВП на синтетическом связующем плотностью свыше 100 кг/куб. м, составляет для условий эксплуатации А и Б, соответственно, не ниже 0,06 и 0,07 Вт/(м·°С).

Однако все серьезные игроки на рынке МВП в настоящее время имеют технические свидетельства Ростроа РФ на свою продукцию, где на основании испытаний в НИИ Строительной физики приводятся коэффициенты теплопроводности на конкретные типы МВП.

Для наиболее популярных МВП, применяемых в «мокрых» системах, коэффициенты теплопроводности для условий А и Б колеблются, соответственно, в интервалах [0,041...0,047] и [0,044...0,051] Вт/(м·°С).

Именно эти значения рекомендуется брать при теплотехнических расчетах, так как очевидна существенная экономия по толщине плиты, а значит и по стоимости системы утепления в целом.

К неприятным свойствам МВП можно отнести наличие в отдельных партиях плит большого количества корольков и сгустков связующей основы. Из-за диффузии пара растворенное связующее может быть вынесено на поверхность штукатурного слоя, что проявляется в виде зелено-коричневых пятен.

Производители МВП любят это объяснять тем, что данная партия была произведена непосредственно перед плановой чисткой оборудования. Но какое отношение к этому всему имеет потребитель?!

Самым эффективным способом борьбы с такими посторонними включениями является их механическое удаление перед монтажом плит.

Еще одним важным параметром является долговечность МВП. К сожалению, по данному вопросу производители МВП предоставляют недостаточно информации.

В этом плане большой интерес представляет научно-исследовательская работа, проведенная в НИИ Строительной физики, по искусственному старению образцов штукатурных систем утепления в условиях циклических температурно-влажностных воздействий. Исследования проводились на холодно-дождевой установке «Термоизоляция ХДУ-0,2» (свид. пов. №12674 ФГУ РОСТЕСТ-МОСКВА).

Общий штукатурный слой (минеральный клеевой состав с армирующей стеклотканью + минеральная финишная штукатурка) был нанесен на четыре вида утеплителя: МВП, ПСБ-С 25, экструдированный полистирол и пеностекло.

По результатам проведенного эксперимента было выявлено, что состояние «искусственных дефектов» на образцах всех четырех фрагментов, а также прилегающие зоны вполне удовлетворительны.

Развития трещин в зоне искусственно смоделированных сколов штукатурного слоя на исследуемых фрагментах в течение 700 циклов попеременного замораживания-оттаивания (что соответствует примерно 50 условным годам эксплуатации) не произошло. Искусственные дефекты не явились центром разрушения.

По завершении циклов воздействий были оценены внешний вид смонтированных фрагментов и состояние элементов, определены показатели влажности, прочности, а также теплопроводности теплоизоляционных слоев.

По результатам исследований был проведен сравнительный анализ изменения свойств материалов по отношению к контрольным образцам.

Условия проведения эксперимента не позволяли учитывать различные масштабные факторы, такие, как объемная площадь стен с наружным утеплением, ориентация фасада по сторонам света, влияние ультрафиолетового облучения на органические утеплители и компоненты системы, ветровая нагрузка. Также не учитывались возможные подвижки фундамента, осадка здания с наружным утеплением и другие натурные явления, снижающие срок службы фасадной системы до капитального ремонта.

Все вышесказанное указывает на необходимость продолжения исследований в об-

ласти долговечности комплексной системы наружного утепления «мокрого» типа с тонким штукатурным слоем.

ПЛИТЫ ИЗ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА (ППС)

Другим эффективным утеплителем для систем «мокрого» типа является пенополистирол. По результатам натурных огневых испытаний в соответствии с ГОСТ 31251-2003 «Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности. Стены наружные с внешней стороны» в настоящее время допущен к применению пенополистирол только одной марки ПСБ-С 25.

ППС марки ПСБ-С 25 выпускаются по ГОСТ 15588-86 «Плиты пенополистирольные. Технические условия», а также по собственным Техническим условиям (ТУ), которые разрабатываются производителем пенополистирола.

За последние годы в России в разных регионах появилось много новых производителей пенополистирола, что связано, очевидно, с возросшим спросом на изделия из пенополистирола и доступными ценами на оборудование и сырье.

Так как производители выпускают ППС по своим ТУ и имеют свое понимание, какой пенополистирол востребован на рынке, то при формулировании требований к ППС будем опираться на многолетний опыт Германии (рекомендации союзов вспененных материалов и систем теплоизоляции), а также и на свой 10-летний опыт монтажа в России.

А дальше пусть каждый из потребителей определяет сам, в какой степени те или иные ППС отвечают или не отвечают необходимыми требованиям.

Основные показатели для ППС, применяемых в системах утепления «мокрого» типа, выглядят следующим образом:

- ППС марки ПСБ-С 25;
- плотность — 16...18 кг/куб. м;
- линейная усадка — не более 0,15%;
- допуск по длине и ширине — ± 2 мм/м;
- допуск по толщине — ± 1 мм;
- неплоскостность плиты — ± 3 мм/м;
- прямоугольность — ± 2 мм /м;
- стабильность размеров (при нормальных условиях эксплуатации) — ± 0,2%;
- предел прочности на отрыв (приклеивание и дробелирование ППС) — не менее 100 кПа;
- поверхность плит — шероховатая;
- самозатухающий с антипиреном.

Первых два и последние требования напрямую связаны с противопожарными требованиями к системе утепления в соответствии с ГОСТ 31251-2003.

Боле полную информацию можно получить, обратившись к соответствующим разделам Технических свидетельств Ростроа РФ и письмам ЛПИСИЭС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко на системы утепления, которые прошли натурные огневые испытания.

В этих документах прописаны: область применения, допустимые материалы, необходимые требования к монтажу.

Интересно, что производители пенополистирола обычно на ПСБ-С 25 дают в соответствии с п. 5.4 СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений» группы горючести Г3 (нормально горючий) или Г2 (умеренно горючий), а некоторые даже и Г1 (слабогорючий). Отметим, что последнее вызывает определенные сомнения.

Однако в любом случае ППС марки ПСБ-С 25 надо рассматривать как горючий материал со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Это означает, что применение пенополистирола в системах утепления надо оценивать, согласно п. 5.11 СНиП 21-01-97*, по классу пожарной опасности многослойной строительной конструкции в целом:

- К0 (непожароопасная);
- К1 (малопожароопасная);
- К2 (умеренно пожароопасная);
- К3 (пожароопасная).

Таким образом, мы снова вернулись к вопросу натуральных огневых испытаний фрагмента системы утепления и ГОСТ 31251-2003, который вводит методику определения по результатам огневого воздействия класса пожарной опасности.

Особое внимание хотим обратить на достаточно жесткие и многочисленные требования к геометрическим размерам ППС.

Как показал опыт монтажа, некачественные плиты с точки зрения геометрических размеров и неплоскостности приводят к накоплению больших систематических ошибок при установке плит, что выражается в появлении многочисленных труднозакрываемых щелей, увеличении времени монтажа за счет многократных подрезок плит, появлении чрезмерного количества отходов.

Неплоскостность плит из пенополистирола — более трудноустраняемая неприятность при монтаже, чем плит из минваты, из-за их более высокой жесткости.

Плиты, как правило, должны быть выдержаны в блоках до резки не менее 2-х недель, чтобы избежать в дальнейшем недопустимой усадки уже непосредственно на фасаде.

Прочность на разрыв у ППС изначально существенно выше, чем у МВП, она превышает все возможные пиковые значения ветрового отсоса.

Необходимая шероховатость плит с точки зрения адгезии к клеевым (клей для приклеивания плит к строительному основанию) и армирующим (базовый слой со стеклосеткой) составам обычно достигается при резке струной блоков на отдельные плиты.

Вообще, исходя из соображения надежности системы утепления в целом, величина сцепления клея и плиты утеплителя с одной стороны и армирующего состава и той же плиты с другой стороны (как для ППС, так и для МВП) должна превышать прочность на разрыв самого утеплителя.

В протоколах испытаний обычно приводятся фактические количественные характеристики отрыва клея или армирующего состава (которые часто на практике представляют собой единый универсальный клеевой состав) от утеплителя и указывается, что отрыв носит когезионный характер (системное требование — разрушение утеплителя, а не клея).

Дополнительно можно было ввести в практику испытаний оценку степени адгезии по площади отрыва клея от плиты утеплителя (площадь в % оставшегося на затвердевшем клее материала утеплителя).

Она должна, например, составлять не менее 90% для нормальных условий и не менее 50% от этой величины через 28 дней после принудительного увлажнения склеенного образца.

Так же, как и для МВП, рассмотрим для ППС два показателя — коэффициент паропроницаемости и водопоглощение.

Коэффициент паропроницаемости рекомендуем брать из протоколов НИИ Строительной физики. Для ППС марки ПСБ-С 25 он лежит обычно в интервале [0,025...0,03] мг/(м·ч·Па).

Как видно, паропроницаемость ППС на порядок ниже, чем у МВП. Это в первую очередь определяет большую разницу в вопросе диффузии водяного пара через многослойную систему утепления при применении ППС или МВП.

Водопоглощение для ППС марки ПСБ-С 25, (по ГОСТ 15588-86) должно быть не более 2% по объему (чтобы достоверно сравнить МВП и ППС по данному показателю необходимо знать время замачивания образцов).

Если ориентироваться на немецкий опыт, то водопоглощение ППС для систем утепления «мокрого» типа должно составлять не более 0,2 кг/ кв. м.

Перейдем к коэффициенту теплопроводности. Опять, как и для МВП, рекомендуем обращаться к протоколам НИИ Строительной физики, где приводятся количественные значения коэффициентов теплопроводности для зон эксплуатации А и Б, которые, как правило, у разных производителей для ППС марки ПСБ-С 25 лежат, соответственно, в интервалах [0,037...0,041] и [0,038...0,043] Вт/(м·°С).

Если рассматривать системы утепления, в которых выбраны равные по толщине ППС или МВП, с точки зрения переноса тепла, то эти системы примерно равны, так как достаточно близки значения коэффициентов теплопроводности.

Однако с точки зрения диффузии пара и переноса влаги, системы существенно различаются из-за различия на порядок коэффициентов паропроницаемости. Это, как минимум, предопределяет более быстрое высыхание систем утепления, в которых использованы МВП.

А вообще, не можем не отметить, что в вопросе обоснования и проектирования фасадных систем, и не только «мокрых», наблюдается достаточно печальная картина.

Если в Европе, в том числе уже и в Восточной, любая маломальская проектная организация в обязательном порядке имеет лицензионные компьютерные программы и проводит расчеты по диффузии водяного пара и влагопереносу (баланс набора/отдачи влаги за зимний и летний периоды), то в России этот вопрос нашими уважаемыми проектировщиками просто замалчивается. Но давайте остановимся и задумаемся. Ведь практически канули в Лету однослойные ограждающие конструкции!

Вопрос долговечности ППС при эксплуатации внутри системы «мокрого» типа находится примерно в том же состоянии, что с МВП. Остается заметить: так как критерием истинности всегда была практика, то многолетняя эксплуатация и мониторинг зданий, на которых смонтированы подобные системы, поможет нам более полно и детально подойти к вопросу долговечности различных типов утеплителей.

Напомним, что информацию по вопросу долговечности ППС также можно найти в научно-исследовательской работе НИИ Строительной физики, о которой мы упоминали выше.

А. В. АЛЕКСАНДРОВ, зам. генерального директора ООО «ТексКолор»