

3. Адамович Е. Облицовка вентилируемого фасада: множество вариантов // Будмайстер. 2002 . - 23/24. С. 32-33
4. Цыкановский Е. Гагарин В. Грановский А. Павлова М. Навесные фасадные системы с утеплением и воздушным зазором // Технологии строительства. 2002 . - 6. С. 28-33
5. Дрижук Д. Фленкин М. Проблемы выбора фасадной системы // Технологии строительства. 2002 . - 6. С. 34-37
6. Материалы для отделки фасадов // Строительство и реконструкция . . 6 мая 2003 (? 5) . С. 12
7. Забельская М. Фасадные системы: проблемы и их решение // Будмайстер. 2003 . - 8. С. 26-29
8. Фасад - дело рук профессионалов // Деловой квартал. 2003 . - 24. С. 15
9. Материалы сайта <http://www.builderclub.com>

УДК 000.000

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Чубукчи Э.С., ассистент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Статья посвящена анализу публикаций, связанных с применением различных материалов в качестве теплоизоляции зданий и сооружений, выявление положительных и отрицательных моментов при их эксплуатации и выбор наиболее оптимального варианта для использования в различных климатических зонах Украины.

Теплоизоляции зданий и сооружений, положительных и отрицательных моментов при их эксплуатации, оптимальные варианты.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Перспективным направлением которое позволяет регулировать ресурсосбережение, является сокращение затрат электроэнергии на стадии эксплуатации зданий и сооружений. В этих условия повышение теплозащитных свойств стеновых ограждающих конструкций является актуальной задачей.

В европейских странах с 2009 года введен обязательный энергосертификат, как для существующих, так и для строящихся зданий, в котором указываются общие энергозатраты на отопление, вентиляцию, подготовку горячей воды, потребление электроэнергии. В этой связи, аналогичные сертификаты должны вводиться и на Украине, с учетом особенностей нашего региона и применением современных теплоизоляционных материалов при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Результаты исследований теплоизоляции фасадов и климатические факторы, оказывающие наиболее интенсивное воздействие на системы фасадной теплоизоляции приводятся в [4]. В настоящее время чаще всего применяются системы «мокрого» типа, в которых утеплитель жестко закрепляется на поверхности стены с помощью высокоадгезионного клеящего состава и (или) механического крепления, такие системы называют системы скрепленной теплоизоляции (ССТИ) [5]. Применению минераловатных теплоизоляционных плит (Rockwool) с различными плотностями, которые наиболее часто применяются для теплоизоляции зданий и сооружений, посвящена работа [2].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Заслуживающим серьезного внимания является опыт зарубежных строительных компаний по повышению теплозащитных свойств ограждающих конструкций зданий с применением эффективных теплоизоляционных материалов. В этом плане вводятся классы энергоэффективности. Наивысшим является класс А с общим энергопотреблением не более 120 кВт.ч /м² в год. В настоящее время например в Швеции средний показатель составляет

150 кВт.ч /м², в Эстонии – 180 кВт.ч /м². В Украине этот показатель превышает 350-400 кВт.ч /м².

Требование, когда лимитирующими являются общие энергозатраты на 1м² жилой площади, меняет подход к приведенному сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций. В связи с этим комплексное утепление фасадов зданий стало широко распространенной строительной технологией, и позволяет решать две важные задачи:

- во-первых, обеспечивает эффективное энерго и теплоснабжение. Грамотная теплоизоляция стен дает до 45% экономии тепловой энергии, расходуемой на обогрев помещений.
- во-вторых, способствует поддержанию внутри здания комфортной для проживания температуры и влажности, и защищает стены здания от агрессивного воздействия внешней среды.

В Украине штукатурные системы утепления фасадов (по другой терминологии - системы скрепленной теплоизоляции), относящиеся к классу «легких», получили довольно широкое распространение. Причины кроются как в многочисленных достоинствах этих систем, так и в относительно низкой цене.

В зависимости от используемых утеплителей системы мокрого типа можно разделить на виды:

- из минеральных теплоизоляционных материалов;
- из пенополистирольных плит;
- комбинированный;
- из пенополистирольных плит с поясами из минеральных плит.

Система, в которой применены минеральные теплоизоляционные материалы, является наиболее универсальной и ограничений практически не имеет. Система утепления с использованием пенополистирольного утеплителя (как бисерного, полученного методом горячего формования, так и вспененного, полученного методом экструзии) предназначена для зданий и сооружений высотой до трех этажей.

Системы из пенополистирольных плит с поясами из минеральных плит предназначены для утепления зданий и сооружений различного назначения высотой до 9 этажей включительно (исключение составляют лечебные учреждения со стационарами). Можно также применять в зданиях и сооружениях выше 9 этажей при условии оборудования их специальной техникой для тушения пожара на высотах свыше 26,5м (10 этажей). Однако в этом случае должны быть выполнены следующие требования:

- в зданиях и сооружениях высотой до трех этажей с кровлей из горючих материалов необходимо предусмотреть обрамление стен поясами из слоя негорючего утеплителя шириной не менее чем две его толщины;
- в зданиях и сооружениях до пяти этажей включительно нужно выполнять обрамление оконных проемов поясами из негорючего волокнистого утеплителя шириной не менее чем две его толщины, и сплошным поясом из негорючего волокнистого утеплителя на уровне третьего этажа здания или сооружения;
- в домах высотой до десяти этажей включительно следует выполнить обрамление оконных проемов поясами из негорючего волокнистого утеплителя и, кроме того, разделить поясами из негорючего утеплителя фасады по горизонтали через каждые три этажа;
- для зданий школ, детских дошкольных учреждений необходимо выполнять пояса из негорючих плитных утеплителей нижней части здания до отметки 2м от нулевой отметки включительно.

Защитно-декоративные покрытия имеют различные варианты. Одни изготовители предлагают для отделки акриловые или полимерцементные штукатурки, окрашенные в различные цвета, другие - фасадные краски на различной основе, третьи – и то, и другое.

В качестве теплоизоляционного материала применяют и пеностекло, хотя случаев использования его в штукатурных системах в Украине зафиксировано немного. Пеностекло – прекрасный материал, но сфера его применения иная. Во-первых, он дороже минеральной ваты и пенополистирола. Во-вторых, обладает нулевой паропроницаемостью, что не способствует созданию приемлемого микроклимата внутри помещений.

Из существующих способов устройства теплоизоляции является система скрепленной теплоизоляции (ССТ), имеющая ряд достоинств.

Во-первых, ССТ может быть смонтирована практически на любое основание, выполненное из применяемых стеновых материалов – кирпича, блоков из ячеистого бетона или шлакобетона, тяжелого бетона, керамических блоков и пр.

Во-вторых, штукатурные системы считаются одними из самых эффективных, потому что создают единый, без разрывов, контур теплоизоляции, который не оставляет возможности для образования мостиков холода.

В-третьих, масса системы невелика, поэтому мала и нагрузка на стеновые ограждающие конструкции и фундамент.

В-четвертых, штукатурные системы ремонтпригодны. При необходимости дефектный участок «пирога» удаляют и устанавливают новый. В-пятых, ССТ могут быть использованы как в новом строительстве, так и в реконструкции или тепловой модернизации уже существующих зданий и сооружений, в том числе и сложной конфигурации.

В-шестых, довольно-таки высокая скорость выполнения монтажных работ. В благоприятных условиях бригада исполнителей за смену выполняет до 20 кв. м. работ.

В-седьмых, ССТ обеспечивает возможность утеплять здания, не создавая дискомфортных условий проживания жильцам.

В-восьмых, стоимость ССТ – одна из самых низких среди представленных на украинском рынке теплоизоляционных систем других конструкций, что благоприятно сказывается на общей стоимости строительства.

Есть у ССТ и другие, но уже менее весомые, преимущества.

Главный элемент штукатурной системы фасадного утепления – теплоизолирующий слой. От выбора материала зависит работа фасада как с точки зрения теплотехники, так и прочности всей конструкции.

Чаще всего встречающейся ошибкой при использовании минеральной ваты (как базальтовой, так и стекловолоконной) является применение более дешевых ТИМ с меньшей плотностью и прочностью на отрыв (сдвиг) волокон, чем определяемые проектной документацией, или же материалов меньшей толщины, чем этого требует теплотехнический расчет. Результат подобных «просчетов» – деструкция теплоизоляционного материала, образование конденсата из-за промерзания конструкции, трещины и отслаивание штукатурного слоя.

Больше всего дефектов возникает именно при использовании экспандированного пенополистирола. В первую очередь следует отметить, что из соображений удешевления конструкции применяют ППС низкой плотности (менее 25 кг/куб. м). Так как у подобных материалов низкая когезия, только усугубляющаяся со временем, они разваливаются прямо на стене, преимущественно в угловых зонах, где высокие ветровые нагрузки. В частности, согласно европейским нормам пенополистирол должен обладать необходимым минимальным уровнем когезии. В означенных нормах величина этого показателя определена как 0,08 МПа. В отечественных же нормах такое ограничение пока не указано, в них лишь отмечается, что плотность ППС, используемого для этих целей, должна составлять не менее 25 кг/куб. м. В то же время в проекте ДСТУ «Системи фасадні теплоізоляційно-опоряджувальні суцільні з лічкуванням штукатурками. Загальні технічні умови» фигурирует показатель 15 кг/куб. м. Экспандированный пенополистирол такой плотности под нагрузкой, создаваемой штукатурным слоем, будет расслаиваться, так как не обладает необходимой когезией.

В процессе эксплуатации возможны изменения геометрических размеров плит экспандированного ППС, поэтому их необходимо «выдерживать», прежде чем осуществлять монтаж. Специфика данного материала заключается в том, что окончательный размер изделия приобретает спустя 40-50 суток после формовки. Изменение геометрии уже смонтированного теплоизоляционного слоя нарушает целостность системы - появляются трещины, вздутия и т. п.

Для экспандированного ППС характерен также такой недостаток, как высокое водопоглощение - более 6% по объему (350% по массе для ППС плотностью 15 кг/куб. м). Высокое водопоглощение приводит в конечном итоге к снижению теплоэффективности теплоизоляционных материалов. В частности, для экспандированного пенополистирола, имеющего открытопористую структуру, увеличение влажности до 4% по массе становится причиной увеличения коэффициента теплопроводности на 40%, а до 6% - на 55% (рис. 1).

Для экструдированного пенополистирола характерно низкое водопоглощение. Результаты испытаний методом погружения позволяют говорить о том, что водопоглощение экструдированного пенополистирола за 20 суток не превысило 1%.

У экструдированного ППС существенно выше и показатели долговечности. Исследования, проведенные в ряде стран Западной Европы доказывают, что заявляемый ресурс 50 лет вполне реален и соответствует действительности.

Представляют интерес следующие результаты сравнительных исследований. После 414 циклов замораживания-оттаивания экструдированный пенополистирол сохранил 98% начального уровня сопротивления теплопередаче, а экспандированный пенополистирол - лишь 31%. В ходе исследования водопоглощения материалов методом диффузии в течение 300 дней подтверждено сохранение 93% уровня сопротивления теплопередаче экструдированным пенополистиролом, и только 28% - экспандированным.

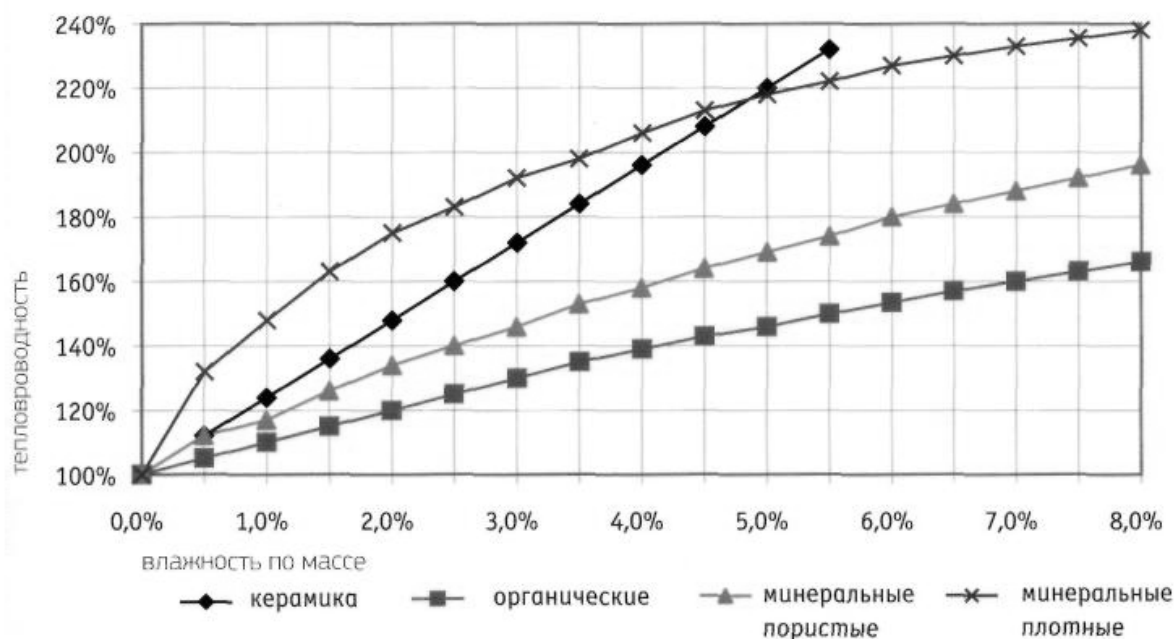


Рис. 1. Рост коэффициента теплопроводности при увлажнении утепляющего материала.

Еще одна частая ошибка - применение в цокольных частях здания минераловатных утеплителей или экспандированного пенополистирола. В этой зоне высока вероятность намокания ТИМ, «натягивания» ими влаги, поэтому целесообразно использовать экструдированный пенополистирол, обладающий малым влагопоглощением.

В качестве недостатка пенополистирола часто упоминают его горючесть, однако в результате исследований, проведенных в Украинском НИИ пожарной безопасности (НИИПБ) МЧС Украины, выяснилось, что ситуация в данном случае не столь однозначна. Натурные эксперименты свидетельствуют о том, что значения температуры термического разложения пенополистирола

намного ниже значений температуры его возгорания и самовозгорания. Таким образом, расплавленный материал зачастую вытекает из зоны воздействия открытого пламени, не успевая достичь температуры возгорания и не создавая пылающих капель. Однако такой процесс происходит только тогда, когда есть возможность вытекания. В НИИПБ были проведены эксперименты и с другим вариантом - пенополистирол не вытекает и накапливается в расплавленном виде. В этом случае происходит его интенсивное горение, и температура при этом достигает приблизительно 700 °С.

Очень важно, при утеплении пенополистиролом фасадов на многоэтажных домах выполнять противопожарные рассечки (поясами) и обрамления оконных и дверных проемов из минеральной ваты.

Много дефектов возникает из-за неправильного выполнения работ. Прежде всего, это неправильное расположение теплоизоляционного материала. Плиты ТИМ следует размещать таким образом, чтобы отсутствовали протяженные вертикальные и горизонтальные линии, то есть они должны располагаться в шахматном порядке (особенно это касается углов и узлов примыканий). Это позволяет избегать мостиков холода и деформации всей системы, что впоследствии зачастую приводит к ее разрушению.

Существенным недостатком является крепеж некачественными дюбелями, имеющими плохое антикоррозийное покрытие и высокий коэффициент теплопроводности. Применение данных крепежных элементов становится причиной коррозии металлических сердечников дюбелей, а также образования мостиков холода. Кроме этого, в соответствии с технологией фасадного утепления количество крепежа определяется исходя из расчета, основой которого является тип основания (бетон, кирпич и т. д.). Обычно этот показатель находится в пределах 5-7 шт./кв. м. Однако нередко с целью экономии используется меньше крепежа, иногда монтажник ограничивается тремя или даже двумя дюбелями.

Зачастую стена, на которую крепят теплоизоляционный слой, не является ровной. Пытаясь устранить этот недостаток, ее выравнивают при помощи клеевого состава, наносимого толстыми слоями. Это, во-первых, влечет за собой существенный перерасход средств, а во-вторых, при нанесении клеевой массы больше нормативной толщины возникают значительные напряжения, что вызывает деформацию и разрушение монтажного слоя.

Распространенная ошибка - неверный монтаж армирующей сетки. Вместо того чтобы сетку «утопить» в ранее нанесенный слой полимерцементного раствора, ее закрывают следующим слоем раствора. В результате этого слои работают не как единая конструкция, а самостоятельно. При армировании типичным нарушением является нанесение клеящего состава в два приёма, тонкими слоями, для приклеивания сетки и последующего шпатлевания поверхности. При высыхании тонких слоев происходит быстрый выход влаги, что приводит к тому, что штукатурное покрытие не приобретает достаточной прочности. Еще одно серьезное нарушение - использование очень тонкого отделочного слоя (3-4 мм). Такой слой не в состоянии выровнять поверхность и швы, из-за чего видны стыки на поверхности фасадов, образуются трещины - здание приобретает неэстетичный вид. К тому же, долговечность таких фасадов крайне низка.

Применение штукатурных систем имеет ряд ограничений. В первую очередь, климатические. Данная технология предполагает наличие мокрых процессов, которые можно производить только в теплую погоду. Работы по устройству теплоизоляционных систем следует выполнять при температурах от 5°С до 25-30°С, избегая попадания прямых солнечных лучей, желательно также отсутствие ветра. Если эти условия не соблюдать, гидратация клеевого раствора, выполненного на цементной основе, происходит не полностью, что неблагоприятно отражается на его прочностных свойствах.

При изготовлении «легкой» системы необходимо провести подготовительные работы: очистку, выравнивание, высушивание поверхности, на которые будет нанесена система утепления. Этим правилом зачастую тоже пренебрегают.

ВЫВОДЫ

1. Затраты энергоресурсов на отопление зданий в Украине в несколько раз выше, чем в развитых странах.

2. Потенциальными резервами сокращения энергозатрат можно считать:

- проведение энергоаудита зданий и сооружений;
- реализация программы развития теплоэффективных систем наружной теплоизоляции.

3. Из всех известных способов утепления наружных стен наиболее распространено наружное утепление с отделкой штукатурками мелкоштучными элементами, так называемые «системы скреплённой теплоизоляции» (ССТИ)».

4. Способ крепления СТИ и материал используемый в этой системе является наиболее приемлемый и экономичный.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. (Теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха) – М.: Высшая школа, 1982. – 415.

2. Внутреннее и наружное утепление строительных ограждающих конструкций. Л.Д. Евсеев // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2006. - № 2. – С.14-15.

3. ДСТУ Б В.2.7-99-2000. „Плиты минераловатные повышенной жесткости на синтетическом связующем. Технические условия” - Киев, 2000.-24с. (Національний стандарт України).

4. Новые государственные нормы Украины «Тепловая изоляция зданий» по показателю энергоэффективности / Ю.А.Матросов, Г.Г.Фаренюк // Жилищное строительство. - М., 2007- № 11. - С.8-13.

5. Проектирование тепловой защиты зданий: СП 23-101-2004 . - М., 2004. - 139 с. (Свод правил по проектированию и строительству).

6. Энергосберегающие технологии в жилищном и гражданском строи / Мхитрян Н.М. // К.: Наукова думка, 2000. – 420.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

УДК 626.8

О ВЛИЯНИИ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ ИЗ ОТВЕРСТИЙ

Бесфамильная Т. О., студентка 3-го курса, Обручева Л.В., инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Объяснено влияние поверхностного натяжения на коэффициенты истечения жидкости из отверстий малого диаметра. Выяснены условия, при которых влиянием поверхностного натяжения можно полностью пренебречь, а также условия, при которых влияние поверхностного натяжения является решающим. Рассмотрены особенности расчета характеристик истечения жидкостей из отверстий. Получена зависимость для оценки относительного влияния сил поверхностного натяжения.

Истечение, отверстие, поверхностное натяжение, коэффициент скорости, сжатое сечение, вязкость, коэффициент расхода, число Вебера, автомодельность.

Широкое развитие капельного орошения и микродождевания ставят сложные технические задачи, связанные с правильным гидравлическим расчетом истечения жидкостей из отверстий малого диаметра. Потери давления в местных гидравлических сопротивлениях часто составляют значительную часть от общих потерь в системе. Большинство эмпирических формул основано на отдельных опытах и действительно лишь для строго определенных условий, близких к условиям их проведения и не дает уверенности в надежной работе рассматриваемых сооружений. Сложность явления внутреннего механизма потока, проходящего через местное сопротивление, приводит к необходимости уточнения гидравлических расчетов.

Влияние поверхностного натяжения на истечение жидкостей мало исследовано, несмотря на то, что оно, является весьма существенным в ряде случаев, представляющих