

Аннотация

Эффективность системы утепления определяется долговечностью и ремонтпригодностью, которые зависят от полноты учета режима эксплуатации материалов, ее составляющих. В связи с этим при проектировании легких штукатурных систем утепления жилых зданий и подборе материалов и конструктивных элементов следует обратить особое внимание на их совместимость по физическим и химическим характеристикам, чтобы исключить негативные последствия.

В статье представлены результаты испытаний, данные натурных обследований и анализ литературных источников, характеризующих эксплуатационные качества легких штукатурных систем утепления.

Abstract

The warming system effectiveness is spotted by its longevity and maintainability which depend on completeness of the account of an operative conditions of the materials making system of warming.

In this connection at designing of easy plaster systems of warming of residential units it is necessary, at selection of materials and structural components, to expel the negative appearances resulting incompatibility of materials and structural components under physical and chemical performances.

In paper the test results, given natural diagnostic studies and the analysis of the references characterising a functional performance of easy plaster systems of warming are presented.

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕГКИХ ШТУКАТУРНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ

Владимир Пилипенко
Вячеслав Черноиван
Николай Черноиван

Введение

В практике строительства и эксплуатации зданий легкие штукатурные системы находят все более широкое применение, обусловленное относительно невысокой стоимостью и достаточно длительным сроком эксплуатации. Вместе с тем обследование утепленных зданий выявляет ряд негативных явлений, которые существенно снижают их теплотехнические качества и срок службы. Эти явления – следствие нарушения технологии устройства, а также недооценки конструктивных и физико-механических параметров систем утепления, элементов их составляющих и определяющих надежность, включая один из основных ее показателей – долговечность.

Характеристики элементов систем утепления определяются действующими нормативно-техническими документами. При этом все элементы, как пра-

вило, должны сохранять физико-механические и теплотехнические качества в течение срока эксплуатации системы.

Это требование выполнимо при условиях, если:

- элементы системы обладают химической и физической стабильностью;
- материалы, из которых они изготовлены, не вступают в реакцию друг с другом;
- материалы, из которых они изготовлены, должны либо естественным образом сопротивляться деструкционным воздействиям, либо быть защищенными от их влияния определенной обработкой.

Следует отметить, что на долговечность системы утепления могут оказывать воздействие тип подосновы и ее состояние.

Величины нормируемых параметров элементов систем утепления регламентированы в нормативных документах, в частности в [1], и др.

В ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.», Брестском государственном техническом университете под руководством авторов статьи выполнены исследования по оценке влияния климатических факторов на долговечность легких систем утепления, а также комплекс их натурных исследований и лабораторных испытаний.

**Лабораторные исследования
легких систем утепления**

Лабораторные исследования легких систем утепления проводились в три этапа. На первом испытывались составляющие системы утепления с це-

люю оценки их соответствия требованиям нормативной документации, на втором – непосредственно система утепления. Третий этап включал анализ результатов испытаний и оценку пригодности системы утепления для применения в строительстве.

Эксплуатационные качества систем утепления, в том числе их долговечность, определяются следующими показателями:

- водопоглощением при капиллярном подсосе;
- адгезией (прочностью сцепления слоев);
- морозостойкостью и трещиностойкостью декоративно-защитного слоя;
- ударостойкостью;
- изменением теплозащитных и влажностных характеристик при воздействии искусственных климатических факторов (ИКФ), соответствующих заданному числу циклов и условных лет испытаний;
- изменением водопоглощения при капиллярном подсосе и адгезионной прочности при воздействии ИКФ.

Учитывая опыт устройства и испытания штукатурных систем утепления, накопленный в Республике Беларусь и Европе, основные положения действующих в Европейском союзе нормативных документов [2–4], а также гармонизацию нормативной базы отечественной строительной отрасли с международными стандартами, в методику оценки долговечности были включены испытания по критерию оценки водопоглощения при капиллярном подсосе. Принято, что если оно превышает $0,5 \text{ кг/м}^2$, следует проверить фрагменты системы утепления на атмосферо- и морозостойкость [4].

Водопоглощение при капиллярном подсосе систем утепления характеризуется количеством воды, поглощенной поверхностью декоративно-защитного слоя за 1 и 24 часа, и определялось оно как среднее арифметическое значение полученных результатов трех образцов одной серии.

Испытаниям подвергались образцы систем утепления «Фасад-Мастер»

и «Термошуба», в которых использованы следующие материалы:

- теплоизоляционный слой – плита минераловатная FAS-4 толщиной 60 мм, плита пенополистирольная ПСБ-С толщиной 50 мм;
- армированный слой – сухая смесь № 50 «СМ Мастер» по СТБ 1307 и «Соф-ролеп» (ТУ РБ 14739482.135–97) и сетка ССШ-160 (ТУ РБ 05780349.017–97);
- декоративно-защитный слой – сухая штукатурная смесь № 22 СМ Мастер и полимерминеральная штукатурка «Сармалит» (ТУ РБ 14739482.134–97), краска на акриловой основе «Софрам» (ТУ РБ 37337645.001–99).

Водопоглощение образцов за 24 часа составило $1,55 \text{ кг/м}^2$ для фрагментов с минераловатным утеплителем и $0,79 \text{ кг/м}^2$ для фрагмента системы с пенополистирольным утеплителем. Так как водопоглощение образцов систем утепления за 24 часа превышало $0,5 \text{ кг/м}^2$, они подверглись испытаниям на атмосферостойкость в режиме, имитирующем условия эксплуатации в умеренном климате по [5].

В соответствии с рекомендациями ЕТАГ 004 [4] из цикла испытаний исключили ультрафиолетовое облучение, поскольку оно воздействует практически только на поверхность декоративно-защитного слоя (фасадные краски).

Атмосферостойкость оценивалась по степени повреждений после проведения требуемого числа циклов. Система утепления считалась выдержавшей воздействие климатических факторов, если:

- не наблюдались трещины, вздутия, шелушения, изменения цвета;
- адгезия декоративно-защитного и армированного слоев снижалась не более чем на 25%;
- адгезия армированного слоя и теплоизоляционного материала снижалась не более чем на 15%;
- снижение динамического модуля упругости армированного и декоративно-защитного слоев составляло не более 10%.

В ходе выполненных лабораторных исследований признаков отслаивания и шелушения штукатурки и краски не выявлено. Не было зафиксировано глубокого растрескивания и по-

падания воды в слой изоляции, а также растрескивания в месте установки крепежного элемента. Следовательно, образцы выдержали испытания на атмосферостойкость.

Анализ результатов лабораторных испытаний образцов на замораживание-оттаивание показал, что система прошла испытания на морозостойкость.

Установленный факт роста водопоглощения системы утепления объясняется повышением влажности теплоизоляционного материала, контактирующего с газосиликатным блоком (подосновой).

Действующая методика испытаний, предполагающая расположение образцов в климатической камере в горизонтальном положении в процессе дождевания, привела к значительному увлажнению подосновы из газосиликата (достаточно гигроскопичного материала). Необходимо отметить, что такое положение испытываемого образца неадекватно положению конструкции системы утепления в реальных условиях.

Изменение прочности сцепления армированного слоя системы с теплоизоляционным материалом оценивалось после нормированного количества циклов замораживания и оттаивания. Выдерживание трех образцов при температуре $20 \pm 3^\circ\text{C}$ и относительной влажности $60 \pm 5\%$ в течение 3 суток показало, что величина адгезии армированного слоя к теплоизоляционному по сравнению с контрольным образцом составила 81% для минераловатного утеплителя и 31% – для пенополистирольного. Низкий уровень адгезии армированного слоя к теплоизоляционному – следствие высокой влажности материала плитного утеплителя.

Показатель ударостойкости определялся на специальном оборудовании – копке Пейджа по известной методике. Результаты подтвердили, что ударостойкость испытанных образцов систем утепления $< 2,5 \text{ Дж}$ удовлетворяет требованиям нормативных документов. При этом ударостойкость образцов, проверенных на термовлажностные воздействия и морозостойкость, оказалась выше, чем у контрольных. Этот факт объясняется тем, что материал штукатурного слоя в процес-

се воздействия повышенной температуры приобрел дополнительную прочность и подкрепляющий его материал теплоизоляционного слоя за счет увеличения влажности играет амортизирующую роль.

Установлено также, что адгезия декоративно-защитного и армированного слоев после климатических воздействий значительно выросла по сравнению с контрольными образцами вследствие упрочнения слоев при термовлажностном воздействии.

В процессе воздействия климатических факторов на фрагменты систем утепления производилось ультразвуковое зондирование образцов поверхностным методом с применением ультразвукового прибора «Пульсар 1».

Зондирование ультразвуком показало, что, несмотря на появление микротрещин в поверхностном слое, скорость прохождения ультразвука в процессе испытаний увеличивалась. При этом в режиме нагревание-увлажнение – с 2070 до 3200 м/с, что свидетельствует о росте прочности армированного и декоративно-защитного слоев. При замораживании-оттаивании увеличение скорости ультразвука прекратилось и в конце испытаний даже снизилось до уровня 3000 м/с, что связано с некоторыми нарушениями структуры в исследуемых слоях системы.

В связи с тем, что в ходе исследований образцов установлено значительное повышение влажности теплоизоляционного материала, проводились испытания по определению коэффициента его теплопроводности по ГОСТ 7076–87.

Анализ результатов показал: теплопроводность минеральной ваты после испытаний значительно выросла, что объясняется высокой влажностью образцов. Установлено также, что при непосредственном контакте с газосиликатом минеральная вата способна с течением времени набирать значительное количество влаги, превышающее показатель водопоглощения при капиллярном подсосе.

Весовая влажность беспрессового пенополистирольного утеплителя в процессе испытаний изменилась незначительно и, соответственно, теплопроводность осталась близкой к нормативной.

Натурные исследования утепленных стен эксплуатируемых зданий

Натурные исследования технического состояния утепленных ограждающих конструкций эксплуатируемых зданий также выявили различное поведение минераловатных и полистирольных плит, используемых в качестве утеплителя. Они проводились на жилых зданиях (ул. Брестских дивизий, г. Брест) со следующими конструктивными решениями утепленных наружных стен:

- **дом № 15**, год постройки – 1937. Утепление наружных стен из керамического кирпича выполнено в 2007 г. по проектно-сметной документации, разработанной в 2006 г. Утеплитель – плиты беспрессового полистирольного пенопласта толщиной 50 мм;
- **дом № 17**, год постройки – 1969. Утепление наружных стен (наружная верста) из силикатного кирпича выполнено в 2003 г. Утеплитель – плиты минераловатные толщиной 70 мм;
- **дом № 19**, год постройки – 1969. Утепление наружных панельных стен выполнено в 2003 г. Утеплитель – плиты минераловатные толщиной 70 мм.

Для оценки технического состояния брались пробы материалов утеплителя и наружного стенового ограждения (кирпича, бетона). Согласно действующим нормативным документам [8, 9], выполнены лабораторные исследования по определению фактической весовой влажности материалов утеплителя (пенопласт, минвата), кирпича наружной версты кладки и бетона стеновых панелей.

Результаты лабораторных исследований проб материала плитных утеплителей следующие:

- зафиксированная весовая влажность беспрессового пенополистирольного пенопласта составляет 7,8–20,8%;
- зафиксированная весовая влажность минераловатных плит составляет 1–2,8% (кирпичные стены) и 0,6–1,4% (стенная бетонная панель).

Средневзвешенная величина весовой влажности строительных материалов наружного стенового ограждения находится в следующих пределах:

- кирпич керамический – 3,9–10% (толщина слоя пробы материала около 40 мм);
- кирпич силикатный – 1–1,7% (толщина слоя пробы материала около 40 мм);
- стенная панель (бетонная) – 0,6–0,9% (толщина слоя пробы материала около 3–5 мм).

Исследования по определению значений фактического сопротивления теплопередаче утепленных наружных стен обследуемых эксплуатируемых зданий проводились в феврале 2011 г. с использованием измерителя теплового потока ИПП-2 [10]. Замеры параметров выполнялись при следующих климатических условиях: температура наружного воздуха составляла около -6 °С; ветер и солнечная радиация (нагрев обследуемых поверхностей стен) отсутствовали. Как показывает практика, такие параметры атмосферных воздействий позволяют получить данные с высокой степенью достоверности.

По результатам обработки выполненных замеров с использованием ИПП-2 получены следующие значения фактического сопротивления теплопередаче стен эксплуатируемых жилых зданий, утепленных легкой штукатурной системой:

- дом № 15** – $K_{\text{факт}} = 1,59 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$;
- дом № 17** – $K_{\text{факт}} = 1,68 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$;
- дом № 19** – $K_{\text{факт}} = 1,33 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$.

Проведенные испытания и результаты многолетних наблюдений за легкими системами утепления в период их эксплуатации позволяют сделать вывод, что эксплуатационные свойства минераловатных утеплителей в значительной степени зависят от температурно-влажностного режима эксплуатации. В значительной степени на их эксплуатационные свойства влияет толщина минераловатных плит. По данным, приведенным в [11–13], установлено, что при уменьшении толщины слоя на 25–30% эксплуатационные свойства минераловатных плит в среднем снижаются на 20–25%; при увеличении толщины теплоизоляции на 20–25% ее эксплуа-

тационные свойства в среднем повышаются на 15–20% за счет более благоприятного тепловлажностного режима ограждающей конструкции. Наличие пароизоляционного слоя также положительно сказывается на температурно-влажностном режиме и эксплуатационной стойкости минераловатного утеплителя в панели.

Натурные исследования позволили установить, что на величину весовой влажности строительных материалов стен эксплуатируемых жилых зданий, утепленных легкой штукатурной системой, влияет и вид примененного плитного утеплителя. Так, при использовании волокнистых минераловатных плит зафиксированная весовая влажность материалов (силикатный кирпич, стеновая панель) не превышает значений, установленных нормами [14]. Использование в качестве утеплителя кирпичных стен плит беспрессового полистирольного пенопласта привело к повышению влажности строительных материалов по сравнению с нормами [14]: керамического кирпича в 2–5 раз; плитного утеплителя более чем в 2 раза.

Очевидно, что расхождения значительного фактического и полученного расчетным путем (т.е. заложенного в проект и реализованного в натуре) сопротивления теплопередаче утепленных стен, достигающие 24–30%, неприемлемы, так как приводят к существенному снижению эффективности тепловой изоляции наружных стен эксплуатируемых зданий и сооружений.

Обсуждение результатов исследований

В зарубежной строительной практике имеет место тенденция увеличения более чем в 1,5 раза толщины слоя теплоизоляции из минераловатных плит в сравнении с расчетной, что позволяет повысить ее долговечность при эксплуатации зданий. В отечественной практике такая тенденция не только не приветствуется, она полостью «крамольна».

Резкие колебания температур, переменная влажность и агрессивные воздействия среды, которые испытывает минераловатный материал в конструкции, приводят к развитию микротрещин и трещин в волокне, а также

возникновению внутренних напряжений на границах раздела фаз «волоконно-связующее», что приводит к ослаблению связей между волокном и связующим, нарушению структуры изделия и постепенному его разрушению.

Наибольшие разрушения наблюдаются в слое тепловой изоляции, непосредственно примыкающем к наружному слою конструкции стеновой панели, рулонной кровле покрытия здания, внешним слоям изоляции оборудования и трубопроводов и пр. Уменьшение расчетной толщины слоя минераловатной изоляции не только ухудшает ее теплотехнические качества, но и способствует деструктивным процессам в теплоизоляционном слое и, как следствие, снижению его эксплуатационной надежности.

Исследованиями установлено:

- прочность плит на сжатие при 10% линейной деформации после 100 циклов испытаний уменьшилась на 18–34%. Интенсивное снижение прочности плит наблюдалось до 60–80 циклов нагружения;
- весовая влажность плит во фрагментах конструкций изменяется в зависимости от вида материала плитного утеплителя и наличия во фрагментах пароизоляционного слоя. Влажность негидрофобизированных плит в зоне конденсации увеличивается с 0,38 до 2,05% (по массе), а гидрофобизированных только до 0,4%. При отсутствии пароизоляции влажность теплоизоляции в 2–2,5 раза выше, чем в покрытиях с пароизоляцией, что способствовало снижению эксплуатационных свойств.

Основной причиной снижения эксплуатационных свойств минераловатных плитных материалов одни исследователи считают старение связующего из-за температурно-влажностных воздействий; другие – химическую агрессию и колебания температуры; третья группа исследователей причину ухудшения эксплуатационных характеристик видит в наличии свободных щелочей в фенолоспиртах, которые ускоряют процесс разрушения. Имеются также данные о том, что в процессе эксплуатации изменяется структура минераловатных плит из-за протекающих процессов деструкции.

Результаты изучения влагостойкости различных минераловатных материалов свидетельствуют о том, что при прочих равных условиях (качество исходного минерального сырья, метод получения волокна, плотность получаемых изделий и др.) основными факторами, влияющими на влагостойкость, являются вид и свойства синтетических связующих, способы их введения в волокнистую структуру минераловатного ковра и эффективность тепловой обработки.

В статье [13] приведены данные обследования состояния слоя минеральной ваты после 50 лет эксплуатации. При обследованиях эксплуатируемых жилых домов во всех случаях было отмечено отличное состояние слоя минеральной ваты под железобетонной скорлупой. Минеральная вата не расслаивалась и не имела внешних отличий от свежизготовленного материала.

Многие исследователи отмечают, что на долговечность минераловатных материалов влияют также свойства исходного сырья для получения силикатного расплава, качество волокна и синтетического связующего, технология его введения и режимы отверждения сформованного ковра [11]. Долговечность минераловатного материала, применяемого в ограждающей конструкции в качестве теплоизоляционного слоя, зависит от вида ограждающей конструкции, технологии и организации производства изоляционных и монтажных работ, а также от температурно-влажностных условий эксплуатации и своевременного проведения профилактических ремонтов ограждающих конструкций.

Результаты испытаний, данные натурных обследований эксплуатируемых зданий, анализ публикаций в открытой печати позволяют прогнозировать долговечность минераловатного волокнистого плитного утеплителя не менее 25 лет.

Выполненные исследования водопоглощательной способности пенополистирольных материалов без замораживания показали, что наибольшая способность набирать влагу проявляется у пенополистирола, изготовленного беспрессовым методом. Через двое суток она составляла 18,2%,

с увеличением выдержки в воде водопоглощение существенно возрастает и за сорок дней достигает 257,6%. Максимальное значение 353,3% соответствует двухгодичной выдержке. Повторные испытания на водопоглотительную способность образцов, достигших ранее максимального увлажнения и высушенных до нулевой влажности, показали, что их способность набирать влагу увеличилась до 15%. Установлено, что при повторном испытании беспрессового пенополистирола за двое суток влажность материала по массе достигла 100,9%, что более чем в 5,5 раза выше зафиксированного при первоначальном испытании значения. А у образца, прошедшего 110 циклов замораживания, влажность по массе приблизилась к 111,5%. Аналогичная закономерность только в значительно меньшей степени наблюдается и у пенополистирола, изготовленного прессовым (3% и 15,1–16,3%) и экструзионным (5,9% и 15–16%) методами. Причем большее значение влажности приходится на образцы, предварительно прошедшие испытания на морозостойкость.

По данным [12], через 30 лет эксплуатации теплопроводность беспрессовых пенополистирольных плит в стенах находится в пределах расчетных значений, заложенных с 20%-ным запасом. Там же высказывается предположение, что через 35–40 лет эксплуатации теплопроводность пенополистирольных плит возрастет.

Необходимо отметить, что медленно нарастающий во времени процесс старения пенополистирола сильно ускоряется из-за технологических и эксплуатационных случайных факторов. Примером служат покрытия зданий и сооружений, в которых применены гидроизоляционные материалы, несовместимые по своей химической основе с пенополистиролом. В условиях эксплуатации они выделяют летучие химические вещества. В результате разрушается не только теплоизоляционный материал, но и гидроизоляционный ковер.

Результаты обследований зданий с наружными стенами, утепленными пенополистиролом, показывают, что этот теплоизоляционный материал имеет ряд физических и химических особенностей, которые зача-

стую не учитываются проектировщиками и строителями. Примером служит подземный торговый комплекс, возведенный в Москве на Манежной площади [17]. На втором году эксплуатации на внутренней поверхности подвесных потолков помещений появились следы протечек влаги. Покрытие вскрыли с целью замены гидроизоляционного ковра, состоящего из гекопреновой мастики, основой которой являются битум и хлоропреновый каучук, растворенные в органических растворителях. По этому гидроизоляционному слою без установленного технологией производства работ перерыва были уложены пенополистирольные плиты. При вскрытии покрытия на большинстве из них обнаружено значительное число раковин и трещин. Основной причиной их разрушения следует считать активное выделение и воздействие на утеплитель летучих веществ из мастики. Таким образом, несоблюдение сроков укладки теплоизоляционных плит привело к ускорению деструкционных процессов пенополистирола.

Пенополистирол является термопластичным полимером и обладает невысокой температурной стойкостью. Уже при температуре 60 °С его прочностные характеристики снижаются на 25%, модуль упругости – более чем на 35% [15]. В связи с этим установлена верхняя граница применения пенополистирольных плит +80 °С.

Пенополистирол имеет низкую огнестойкость. При температурах 80–110 °С до возгорания в нем начинают развиваться процессы термоокислительной деструкции. В итоге материал сильно изменяется в объеме, а в окружающую среду выделяются токсичные вещества, которые при пожаре могут стать причиной отравления жильцов.

Результаты испытаний материала, обследования эксплуатируемых объектов позволяют прогнозировать срок эксплуатации легких систем утепления с использованием пенополистирола до 25–30 лет.

Испытанные на климатические воздействия составы клеевых и штукатурных сухих смесей, применяемых в фирменных системах утепления, выявили снижение адгезионной прочности. Однако она находится в пределах допустимых изменений и соответству-

ет требованиям нормативных документов на смеси [7]. Качество поверхности покрытий образцов в ходе наблюдений не претерпело существенных изменений, на них отсутствовали трещины, вздутия, шелушения, изменение цвета.

Анализ состояния поверхности позволяет сделать вывод, что процесс старения покрытий состоит из нескольких стадий. При этом активная стадия накопления повреждений начинается после первоначального периода, продолжительность которого составляет 0,2–0,5 всей долговечности. Неравномерен и общий характер распределения повреждений, очевидно обусловленный композиционной неоднородностью и гетерогенностью структуры покрытия, а также его неравномерным напряженным состоянием. Установлено, что первоначальные дефекты (изменение цвета) образуются спонтанно. Возле различных включений, риск появляется локальное растрескивание. В целом окрасочные покрытия систем утепления имеют долговечность в пределах 5–10 лет и в зависимости от ряда факторов требуют периодического восстановления и ремонта для обеспечения нормируемой долговечности всей конструкции системы утепления.

Надежность и срок эксплуатации системы утепления определяется в том числе и сроком эксплуатации армирующей стеклосетки и крепежных элементов-дюбелей.

Отечественный и зарубежный опыт стран, в которых в качестве армирующего материала широко используются стеклосетки, показал их достаточную надежность при эксплуатации штукатурных систем утепления в течение 20–30 лет. Показатели качества стеклосеток, применяемых в зарубежных вариантах систем утепления (Германия, Польша), согласуются с требованиями отечественных нормативных документов.

В легких штукатурных системах утепления, распространенных в Беларуси, в основном используются пластмассовые дюбели с металлическим оцинкованным сердечником. Требования по защите металлических стержней не регламентируются нормативными документами на системы утепления за исключением пособия [1]. В ТУ РБ

07517963.013 предусмотрено изготовление комбинированных стержней с пластмассовой облицовкой головки, а также обращается внимание на то, что металлические части гвоздей должны иметь защитное покрытие без указания его вида и толщины.

Проведенные обследования эксплуатируемых систем утепления, анализ литературных источников и результаты испытаний позволяют сделать вывод, что применяемые в настоящее время меры по защите от коррозии металлических сердечников недостаточны. Антикоррозийное цинковое покрытие, наносимое на металлические сердечники, при эксплуатации в системах утепления наружных стен зданий практически разрушается за 1 год эксплуатации. На гвозде конденсируется влага и таким образом фактически образуется гальванический элемент, создаются условия для интенсивной коррозии металла. При забивании гвоздя молотком его цинковое антикоррозийное покрытие повреждается, вследствие чего интенсивно протекает коррозия головки. Это было отмечено при обследовании систем утеплений на ряде объектов, где за 4 года эксплуатации головка гвоздя полностью разрушалась.

Следовательно, в анкерных устройствах целесообразно применение комбинированных сердечников с головкой, облицованной полипропиленом или полиэтиленом.

В легких штукатурных системах используется большая номенклатура защитных металлических элементов:

- рядовые и угловые опорные профили (установка и фиксация утеплителя);
- оконные, карнизные и другие сливы (отвод воды и предотвращение замокания утеплителя);
- рядовые опорные профили (временные перемычки при монтаже утеплителя над проемами);
- угловые накладки (усиление углов) и т.д.

Все защитные элементы подбираются (разрабатываются) в составе конструкторской части проектной документации и выполняются в соответствии с [1].

По действующим в республике нормативным документам, защитные эле-

менты на системы утепления изготавливаются:

- из оцинкованной жести (оконные, карнизные и другие сливы);
- из алюминия (перфорированные уголки толщиной 0,5 мм по ТУ РБ 100831916.269–2001).

Результаты проведенных исследований показали, что алюминиевые уголки, находясь в вытяжке из полимерцементного раствора, подвержены достаточно интенсивной коррозии.

Согласно требованиям СНиП 2.03.11–85 [16] запрещено:

- применение конструкций из алюминия в щелочных средах с $\text{pH} < 11$;
- обетонирование конструкций из алюминия.

С учетом изложенного выше можно сделать вывод о необходимости замены алюминиевых перфорированных уголков, применяемых в качестве защиты углов легких штукатурных систем утепления, на уголки, изготовленные из материалов, более стойких к воздействию щелочных сред.

Таким образом, при проектировании легких штукатурных систем утепления, чтобы обеспечить достаточный ресурс и эффективность их применения, необходимо тщательно анализировать следующие факторы:

- физическую и химическую совместимость материалов и конструкций, составляющих систему утепления;
- влияние климатических воздействий на систему в целом и элементы ее составляющие;
- тепловлажностные процессы, происходящие в системе утепления и в подоснове при эксплуатации утепленных зданий;
- взаимодействие подосновы (материалы наружной ограждающей конструкции) и системы утепления, в первую очередь утеплителя;
- долговечность элементов системы утепления и пр.

Выводы

Анализ результатов выполненных исследований эксплуатационных характеристик тепловой изоляции стен, утепленных легкой штукатурной системой, данные публикаций, подтверждающих снижение теплозащитных качеств утеплителей в процессе длительного срока их службы, свидетельству-

ют о необходимости внесения изменений в действующую методику теплотехнических расчетов ограждающих конструкций, которые позволят учитывать изменение (ухудшение) теплотехнических показателей строительных материалов в ходе эксплуатации зданий и сооружений. И дадут возможность специалистам, работающим в области проектирования и эксплуатации легких штукатурных систем утепления, оценить влияние различных факторов на их качества, выбрать наиболее рациональные проектные решения и режимы эксплуатации систем утепления.

Литература

1. Национальный комплекс нормативно-технических документов в строительстве. Проектирование и устройство тепловой изоляции ограждающих конструкций жилых зданий. ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01.87. – Введ. 01.01.2001. – Мн.: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2001. – 86 с.
2. EN 12087: 1997. Thermal insulating products for building applications. – Determination of long term water absorption by immersion. – 11 p.
3. EN 13163: 2001. Thermal insulating products for buildings. – Factory made products of expanded polystyrene (EPS) – Specification. – 39 p.
4. ЕТАГ 004 Нормы европейского технического утверждения Внешняя теплоизоляция. Композиционные системы с обрызгом. ЕОТА. – Брюссель, 2000.
5. ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов: ГОСТ 9.401–91. – Введ. 01.07.1992. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1991. – 86 с.
6. Краски и эмали фасадные. Общие технические требования. Методы испытаний: СТБ 1197–99. – Введ. 01.07.1985. – Мн.: НП РУП БелГИСС, Госстандарт Республики Беларусь, 2000. – 8 с.
7. Композиции защитно-отделочные строительные. Технические условия: СТБ 1263–2001. – Введ. 01.02.2002. – Мн.: ТК 10, НП РУП «Стройтехнорм», Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2001. – 15 с.
8. ГОСТ 7025. Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения и контроля морозостойкости. – М.: Государственный строительный комитет СССР, 1991. – 17 с.
9. ГОСТ 17177. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 1996. – 56 с.
10. Измеритель теплового потока ИПП-2. Руководство по эксплуатации и паспорт. ТФАП. 405126.003РЭИПС. ЗАО «ЭКСИС», г. Москва. – 16 с.
11. Бобров, Ю.Л. Долговечность теплоизоляционных минераловатных материалов. – М.: Стройиздат, 1987. – С. 28–32.
12. Беляев, В.С., Граник, Ю.Г. Влияние влажности на теплозащиту зданий // Жилищное строительство. – 1999. – № 8. – С. 9–10.
13. Сальников, В.Б. Свойства минеральной ваты после длительной эксплуатации в стенах зданий на Среднем Урале // Строительные материалы. – 2003. – № 2. – С. 28–36.
14. ТКП 45–2.04–43–2006 (02250) Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2007. – 32 с.
15. Пособие по физико-механическим характеристикам пенопластов и сотовпластов. – М.: Стройиздат, 1977. – 79 с.
16. СНиП 2.03.11–85. Защита строительных конструкций от коррозии / Госстроя СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 48 с.
17. Ананьев, А.А., Голева, Т.Н., Ананьев, А.И. Долговечность и теплозащитное качество наружных ограждающих конструкций, утепленных пенополистиролом. VII научно-практическая конференция «Актуальные проблемы строительной теплофизики». – М.: НИИИФ, 2002.