

УДК 699.86

Бовтенко В.И.

Фирма «ТЕКОС», г. Киев.

ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ И ДЕГРАДАЦИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ-УТЕПЛИТЕЛЕЙ В ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ ЗДАНИЯ

В статье представлен подробный анализ эксплуатационных характеристик современных строительных теплоизоляционных материалов, присутствующих на рынке Украины. При этом пенобетон и пеностекло рекомендованы к широкому применению на различных объектах, как оптимальные по ряду потребительских качеств.

У статті представлений детальний аналіз експлуатаційних характеристик сучасних будівельних теплоізоляційних матеріалів, що присутні на ринку України. При цьому рекомендовані пінобетон і піноскло до широкого застосування на різних об'єктах, як оптимальні в ряду споживчих якостей.

The article provides a detailed analysis of the performance of modern building thermal insulation materials present in the Ukrainian market. This is recommended for wide use in different facilities foam and foam glass as the best for a number of consumer qualities.

Введение

В настоящее время энергосбережение жилыми зданиями в авангардных странах стало гораздо более важной задачей, чем увеличение объемов производства энергии.

Практика и анализ опыта различных стран в решении проблем энергосбережения показывает, что наиболее эффективным путем ее решения является сокращение потерь тепла через наружные ограждающие конструкции здания и их долговечность.

Для реализации новых требований по теплоизоляции ограждающих конструкций зданий, прежде всего, было необходимо радикально повысить требования к теплоизоляционным свойствам материалов, применяемых в строительстве для создания теплоизоляционных «оболочек» зданий. Это привело к широкому распространению различных теплоизоляционных материалов в виде облегченных изделий с коэффициентом теплопроводности, $U \leq 0,10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ (или $R_0 \geq 10,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$), а ограждающие

конструкции превратились в двух-, трехслойные «композиции», составленные из несущих высокопрочных материалов (бетон и др.) и теплоизоляционных «слоев» здания.

Все современные эффективные теплоизоляционные материалы имеют примерно одинаковую теплопроводность, в пределах $0,04 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Расходы на жилище (здание) должны быть оптимальными (минимизированными) и оправданными, с нашей точки зрения, сегодня и особенно завтра - при эксплуатации.

Одним из основных критериев оптимизации расходов на жилище (здание) являются Расходы Периода Жизненного Цикла здания (РПЖЦ = Капвложения_{здание} + Капвложения_{изделие/оборудование} + Капвложения_{интерьер} + Энергозатраты_{эл/эн + тепло} + Обслуживание и ремонт + Экология и окружающая среда).

Основными долговременными ресурсными затратными факторами при периоде жизненного цикла здания не менее 150 – 200 лет будут энергозатраты_{эл.эн + тепло/холод} + водоснабжение_{пресная вода} + водоотведение_{очистка стоков} + утилизация (рециклизация) отходов + обслуживание и ремонт + экология.

Не все долговременные ресурсные затратные факторы можно минимизировать на этапе строительства здания, однако часть из них может быть достаточно эффективно оптимизирована и минимизирована. В первую очередь это относится к деградации теплоизоляционных материалов-утеплителей.

Системная трагедия Украины заключается в том, что сегодня практически все строящиеся здания относятся к 6-й категории. Это означает, что максимум через 30-50 лет эти здания не смогут выполнять свои функции.

К 1-й категории относятся здания со сроком эксплуатации не менее 150 лет, ко 2-й - 125, к 3-й - 100, к 4-й - 90, к 5-й - 70, к 6-й - 30-50 лет.

Сроки эксплуатации зданий определяются материалами, из которых они построены, а точнее сроком службы этих материалов и, в первую очередь, материалов-утеплителей, использованных в ограждающих конструкциях.

При рассмотрении вопросов качества ограждающих конструкций, с точки зрения срока их службы, РПЖЦ, минимизации расходов на содержание здания и устранения причин их деградационного отказа, необходима их рационально оптимальная конструкция с оптимальным технологическим, методологическим и нормативным обеспечением, а также использованием недеградирующих теплоизоляционных материалов.

1. Теплопроводность, передача тепла ограждающими конструкциями

В природе существуют три вида передачи тепла: теплопроводность, конвекция и излучение.

В реальных условиях конвекция всегда сопровождается теплопроводностью. Конвективный теплообмен между жидкостью или газом и поверхностью твердого тела называют теплоотдачей. Конвекция – это сложный физический процесс.

Термодинамическая конвекция - перенос теплоты потоком вещества, возникающего в поле сил тяжести при неравномерном нагреве текучих веществ и сред. Термогравитационная конвекция – обычная конвекция под действием разности температур в поле гравитации, термострессовая конвекция - под действием температурных напряжений, явление переноса газа или жидкости вследствие неоднородности температурного распределения и возникающего температурного напряжения. При этом эффект теплопроводности твердых тел, жидкостей и газов становится второстепенным.

Установлено, что наименьшие значения коэффициента теплоотдачи наблюдаются при теплообмене между твердой поверхностью и газообразной средой (воздухом).

Воздух является лучшим природным теплоизолятором, теплопроводность статического воздуха составляет $0,026 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, что в 1,5-2 раза ниже значений теплоизоляционных материалов.

1.1. Механизм передачи тепла пористыми строительными материалами

Строительные теплоизоляционные материалы являются капиллярно-пористыми телами, и перенос теплоты в них осуществляется как за счет теплопроводности, так и за счет конвекции межпорового газа, а также излучения между стенками капилляров и пор. Поэтому под теплопроводностью пористых материалов следует понимать совместную передачу теплоты теплопроводностью, конвекцией и излучением.

1.2. Тепловые потери здания

Тепловые потери зданий через ограждающие конструкции происходят по трем основным механизмам:

- вследствие теплопроводности через стены, кровли и полы, а также вследствие (но в гораздо меньшей степени) излучения и конвекции;
- вследствие теплопроводности, путем излучения и конвекции через светопрозрачные ограждающие конструкции;
- путем конвекции и перетока воздуха через элементы наружного ограждения здания сквозь окна, двери и вентиляционные отверстия, а также путем инфильтрации.

Из строительной физики известно, что теплоизоляционный материал-утеплитель эффективен только тогда, когда он сухой, т.е. если утеплитель влажный, то тепло передается интенсивнее.

Поэтому теплоизоляция актуальна только в случае ее выполнения сухим материалом.

Утеплитель сухой – работает как теплоизоляция, а увлажнение утеплителя всего на 2-5% снижает его теплоизоляционные свойства на 20-30% и более.

2. Вода, водопоглощение и влажностный режим ограждающих конструкций

Коэффициент теплопроводности воды примерно в 15 раз больше, чем теплопроводность большинства теплоизоляционных материалов, однако это еще неплохо по сравнению с теплопроводностью льда, которая больше в 58 раз.

Водопоглощение.

Этот показатель определяется объемом воды (% об.), содержащейся в материале, и он всегда меньше 100%, т.к. остальной объем приходится на сам материал.

В большинстве теплоизоляционных материалов вода может заполнять ячейки и/или пространство между волокнами или порами.

Если же говорить о массовом проценте (% мас.), его величина может превышать даже 1000%, т.к. вода плотнее самой теплоизоляции.

Влажностный режим ограждающих конструкций.

Причинами переувлажнения ограждающих конструкций, в большинстве случаев, является строительная влага и влага внутренней конденсации. Натурные исследования конструкций с облицовкой показали, что влажность материалов конструкции составляет: ячеистого бетона до 20-30%, а минераловатного утеплителя до 70% по массе [1].

3. Деграция теплоизоляционных материалов и ограждающих конструкций, основные положения

Если говорить о долговечности материалов-утеплителей, то следует предполагать, что теплоизоляция должна выдерживать эксплуатацию с неизменными характеристиками, как минимум, на протяжении срока эксплуатации здания, т.е. не менее 150-200 лет.

Под долговечностью наружных ограждающих конструкций понимается срок их службы с сохранением эксплуатационных характеристик в данных климатических условиях при заданном режиме эксплуатации здания. При этом срок службы отдельных компонентов ограждающих конструкций определяет конечный срок службы всей конструкции.

Основными причинами деграции теплоизоляционных материалов являются их разрушение и изменение физических параметров в результате накопления влаги в теплоизоляционном материале, что приводит к уменьшению термического сопротивления утеплителя, а также фазовые переходы воды. При замерзании (кристаллизации) вода увеличивается в объеме, при оттаивании (плавлении) - уменьшается.

Очевидно, что в процессе эксплуатации постепенная деградация (ухудшение параметров и деградационный отказ) эксплуатационных характеристик ограждающих конструкций и теплоизоляционных материалов происходит вследствие влияния факторов воздействия окружающей среды, после чего принимаются вынужденные меры по их восстановлению или замене, а в случае значительного износа – по реновации, реконструкции или сносу здания.

Большое количество публикаций, круглых столов, конференций, и других мероприятий, посвященных теплоизоляционным материалам и теплоизолированным ограждающим конструкциям, не отображают фактических характеристик различных видов теплоизоляционных материалов, процессов и причин их деградации.

Рекламная направленность многих публикаций, нечеткие, часто противоречивые, а иногда и ложные представления о фактических теплотехнических и иных свойствах теплоизолированных ограждающих конструкций и теплоизоляционных материалах, их поведении и деградации внесли определенную неразбериху в процесс оценки обоснованности и оптимальности принимаемых решений по структуре ограждающих конструкций и применяемым теплоизоляционным материалам.

При выборе утеплителя по теплопроводности следует обращать внимание, какой именно коэффициент теплопроводности указывает производитель. Зачастую он вводит покупателей в заблуждение, указывая «сухие» коэффициенты (при относительной влажности 0%). На самом же деле теплоизоляционные свойства материалов необходимо сравнивать по фактическим значениям коэффициентов теплопроводности, которые отличаются от первоначальной теплопроводности, как минимум, на 20 – 30% в сторону увеличения.

Критериями надежности материалов-утеплителей являются показатели, определяющие надежность всей конструкции по сохранению теплозащитных свойств в условиях эксплуатации в течение заданного временного периода.

4. Основные свойства строительных и теплоизоляционных материалов, критерии эффективности ограждающих конструкций

Современные эффективные строительные теплоизоляционные материалы должны обладать следующими качествами: их производство должно минимально использовать природные ресурсы и максимально отходы других производств; повышенная долговечность и прочность при пониженной плотности материала; технологичность в производстве, применении и рециклизации; наличие возможности рециклизации по истечении срока эксплуатации.

Материалы могут быть легкими, экономичными, экологически чистыми, энергоэффективными, негорючими, долговечными, технологичными.

К экологически чистым материалам относятся: не опасные для здоровья человека, производимые из безвредных природных материалов, не изменяющие биосферное равновесие в природе в результате их разработки и добычи, не предполагающие вредных выбросов при производстве и неопасные при транспортировке и применении. Энергоэффективность материалов-утеплителей оценивается приведенным коэффициентом теплопроводности (равным отношению толщины к приведенному сопротивлению теплопередаче). Технологичность материала оценивается показателями трудозатрат и сроков монтажа.

Гарантированный срок службы самых лучших мягких пороволокнистых эффективных утеплителей не превышает 5-10 лет, после чего их эксплуатационные свойства ухудшаются. Для уменьшения потерь тепла, связанных с ухудшением эксплуатационных свойств, рекомендуется использовать утеплитель большей толщины путем деления на коэффициент долговечности утеплителя u_y , равный для пенополистирольных плит М35-0,77, а для жестких плит из волокнистых утеплителей-0,67 [2].

Низкая теплопроводность всех теплоизоляционных материалов обусловлена наличием в них полостей и пор, заполненных воздухом. Теплоизоляционные материалы различаются по характеру пор: поры бывают открытые и закрытые (заключенный в закрытых порах воздух не сообщается с атмосферным воздухом напрямую). Воздействие движения воздуха на теплосберегающую способность материалов с преобладанием закрытых пор невелико. Зато, воздействуя на открытые поры и полости, ветер уносит из них устоявшийся нагретый воздух, значительно ухудшая теплоизоляционные свойства материала.

Сегодня нет единой методики оценки технико-экономической эффективности существующих или проектируемых ограждающих конструкций здания. Определение эффективности основывается на сравнении следующих показателей: приведенные затраты, сметная стоимость, внутренняя норма доходности, период окупаемости капитальных вложений, индекс доходности, инвестиционная прибыль и прочее. Но ни один из этих критериев не является самодостаточным для принятия решения о том, какие утеплители являются оптимальными.

Установлено, что долговечность классических утеплителей в большинстве случаев не превышает нескольких лет. Вскрытие ограждающих конструкций показывает, что

накопленная за отопительный период влага, замерзая, разрывает волокна и камеры-пузырьки утеплителя, таким образом, уже через 1-2 максимум 5–7 сезонов о его достаточной эффективности говорить не приходится. Более того, намокая, классическая теплоизоляция становится местом обитания водорослей, грибков, болезнетворных бактерий, насекомых, грызунов и прочих, опасных для здоровья человека паразитов.

5. Воздухопроницаемость и паропроницаемость ограждающих конструкций

Традиционно к весьма важным характеристикам ограждающих конструкций относят воздухопроницаемость и паропроницаемость. Утверждается, что недостаточно проницаемые для воздуха и влаги ограждающие конструкции вызывают у человека ощущение дискомфорта.

Считается, что если стена имеет достаточную воздухопроницаемость и паропроницаемость, то в доме приемлемый микроклимат. На самом деле это совсем не так. Даже если стены в доме выполнены из паропроницаемого материала, 97% влаги удаляется из помещений через вентиляционные каналы, и только лишь 3% через стены.

В холодное время года парциальное давление водяных паров в воздухе отапливаемых помещений значительно выше, чем в наружном воздухе. Поэтому даже при стопроцентной влажности наружного воздуха водяные пары диффундируют через толщу стены наружу. Температура ограждающей конструкции понижается от значения почти комнатной, со стороны помещения, до почти наружной, с внешней стороны. Водяной пар, достигая определенной плоскости стеновой конструкции при температуре «точки росы», конденсируется, естественно увлажняя стеновые материалы. А если стены достаточно паропроницаемые, в ветреную погоду из здания выдувается теплый воздух. Чем выше паропроницаемость материала, тем больше он может поглотить влаги, и, как следствие, у него более низкая морозостойкость. При снижении температуры наружного воздуха значение температуры «точки росы» смещается внутрь стены, а конденсат, находящийся в стене, замерзает. Вода при кристаллизации расширяется и частично разрушает структуру материала. Несколько сотен таких циклов приводят к тотальной деструкции теплоизоляционного материала. Поэтому воздухопроницаемость и паропроницаемость строительных материалов и ограждающих конструкций вещь не только бесполезная, но и вредная. «Дыхание» стен – это строительная легенда, не находящая разумного подтверждения.

Неспособность теплоизоляционного материала выступать в качестве барьера против проникновения влаги ставит под сомнение целесообразность его применения.

6. Требования, предъявляемые к теплоизоляции.

Требования к теплоизоляции существенно различаются в зависимости от назначения и условий эксплуатации, при этом задача любой теплоизоляционной системы – устойчивая и долговременная защита изолируемых поверхностей от теплопередачи.

Теплоизоляция должна отвечать следующим требованиям:

- эксплуатационная надежность и долговечность, т.е. способность выдерживать, без снижения теплозащитных свойств и разрушения, эксплуатационные, температурные, механические, химические и другие воздействия в течение расчетного срока эксплуатации;
- безопасность для окружающей среды и людей при строительстве и эксплуатации;
- эффективность.

7. Критерии для эффективного выбора теплоизоляционных материалов

Основной характеристикой теплоизоляционных материалов является коэффициент теплопроводности.

Выбор теплоизоляционных материалов-утеплителей проводится на основе сравнительного анализа показателей свойств, значимых для данной конструкции. Свойство утеплителя является критерием для сравнения. Самый простой пример - величина коэффициента теплопроводности. Чем он выше, тем большая толщина слоя утеплителя необходима в ограждающей конструкции.

Не менее важными критериями выбора являются коэффициент паропроницаемости, механическая прочность и стабильность геометрических размеров, огнестойкость, устойчивость к воздействию насекомых, удобство в работе и экологические аспекты.

Критериями надежности утеплителей являются показатели, определяющие надежность всей конструкции по сохранению теплозащитных характеристик в условиях эксплуатации в течение заданного периода времени.

Крайне важно сохранение неразрывности слоя тепловой изоляции. Не менее важно и сохранение первоначальной толщины в течение всего срока службы конструкции, стабильность геометрических размеров и формы при заданной влажности и температуре.

Для нагруженных теплоизоляционных слоев, безусловно, важнейшими критериями надежности являются прочностные и деформационные показатели.

Представление свойств и характеристик теплоизоляционных материалов, с их условным разделением на физические и механические, является удобным для практического применения конечными потребителями готовой строительной продукции.

Ориентироваться в такой системе классификации достаточно просто, а самое главное, что она позволяет проводить корректное сравнение различных теплоизоляционных изделий при обосновании эффективности ограждающей конструкции [3, 4]

В мире существуют различные классы эффективных теплоизоляционных материалов. На рынке представлены материалы высокого класса для создания надежных и долговечных строительно-архитектурных решений, а также материалы среднего уровня потребительских характеристик, при помощи которых можно реализовывать экономичные и быстро окупаемые, хотя и недолговечные проекты.

8. Основные виды применяемых теплоизоляционных материалов:

неавтоклавный пенобетон (плотностью 100-250 кг/м³); минераловатные изделия в виде матов, плит, скорлуп, цилиндров и т. п.; (каменная и стеклянная вата); пенополистирол (вспененный и экструдированный); пенополиуретан; эковата; вспененный каучук; вспененный полиэтилен (НПЭ, ППЭ); пеностекло; вакуумная теплоизоляция; отражающая теплоизоляция*; техническая теплоизоляция; другие виды теплоизоляции.

* (Отражающая теплоизоляция состоит из замкнутого воздушного пространства (ЗВП), заключенного между двумя параллельными поверхностями, с расстоянием 10-20 мм (оптимально 12,5 мм), одна или обе плоскости которых покрыты слоем высокоотражающей металлической пленки (например, полированной алюминиевой фольгой). При значении расстояния между поверхностями около 15 мм термическое сопротивление такой ЗВП составляет 0,45 - 0,60 м²·К/Вт.

По структуре теплоизоляционные материалы условно могут быть разделены на две группы: «ватные» и «пенные» с закрытыми порами, несообщающимися полостями, заполненными газами или воздухом, и открытыми порами - пористые материалы, характеризующиеся сообщающимися между собой полостями.

К ватным утеплителям относят теплоизоляционные материалы, изготовленные из минеральных или органических волокон. К пенным утеплителям относятся материалы, полученные путем затвердения пены из масс различного химического состава.

Опыт строительства и эксплуатации зданий последних лет показал, что наименее изученным оказался вопрос долговечности теплоизоляционного материала в многослойном ограждении. Теплофизические свойства теплоизоляционных материалов, которые применяются при строительстве, изучены недостаточно; у эффективного утеплителя нет установленного нормативного срока службы для конкретных климатических условий и заданных режимов эксплуатации [5].

Отсутствуют также нормируемые показатели по испытаниям долговечности систем утепления ограждающих конструкций с эффективным утеплителем.

9. Ватные теплоизоляционные материалы. Минеральная вата

Минеральная вата все чаще используется как утеплитель зданий. Однако в мире, которым стремительно завладевают экологические тренды и тенденции, минеральную вату, содержащуюся в составе вяжущего фенолформальдегидные соединения, критикуют все обоснованней, несмотря на ее бесспорные теплоизоляционные свойства.

Минеральная вата представляет собой сверхтонкие волокна из горных пород, шлаков (каменная вата) или обычного стекла (стекловата), которые сохраняют форму за счет связующего вещества.

Ваты, в том числе и экологически чистые, изготовлены из волокон. Это достаточно паропроницаемые материалы, поскольку волокна хаотично переплетены и не образуют замкнутых пор. Для снижения поглощения воды волокнами их покрывают специальным составом. Такие утеплители называют гидрофобизированными. Малые объемы воды не могут проникнуть внутрь волокна утеплителя и намочить его, они могут лишь оставаться на поверхности волокна. При накоплении критической массы они образуют каплю и скатываются под воздействием собственного веса.

Процесс разрушения волокнистых материалов упрощенно выглядит следующим образом. Волокна (средним диаметром около 0,05 мкм для каменной ваты и 20 мкм для стекловаты), связанные органическим материалом и обработанные гидрофобным составом, подвергаются активному воздействию влаги и перепадам температуры. Благодаря высокой воздухо- и паропроницаемости волокнистых материалов, воздействие внешней среды распространяется на все волокна. В результате происходит разрушение как связующего и защитного слоя, так и самих волокон. Волокна становятся тоньше, короче и менее связаны друг с другом. Характеристики теплоизоляции начинают заметно ухудшаться. Разрушение волокон происходит также из-за температурных перепадов, т. к. сверхтонкие волокна начинают крошиться по причине термического изменения их размеров и процессов рекристаллизации внутри них. При этом волокнистый материал приближается в своем состоянии к весьма небезопасной трухе из коротких иголок. Эти иголки под влиянием силы тяжести оседают внутри ограждающей конструкции в виде кучи мусора, которая априори служить теплоизоляцией не может.

При разрушении минеральной ваты имеет место выделение опасных пылевых и газовых компонентов. Экологический аспект проблемы состоит в наличии фенольной пыли. Микрочастицы, выделяемые при разрушении ваты, оседают в легких и являются аллергенами, ведущими к образованию многих заболеваний.

Средняя плотность, которую имеют теплоизоляционные материалы из ваты, 35-350 кг/м³. Коэффициент теплопроводности сухого утеплителя - 0,041-0,044 Вт/(м²·К).

Отличительная особенность ватных утеплителей - это низкие прочностные характеристики и высокое объемное водопоглощение.

Коэффициент водопоглощения ватных утеплителей, процент по массе до 70%.

Ватные утеплители имеют неприятную тенденцию спрессовываться, замокать и увеличиваться в объеме. При этом возможно разбухание плит на 30-40%, что оказывает физическое воздействие на ограждающие конструкции.

Зафиксирован случай разрушения здания (аквапарк в Москве), обрушение кровли, что произошло в результате накопления влаги в ватном утеплителе кровли.

Применяя ватные утеплители, нужно учитывать тот факт, что при намокании в 2-5% по массе, они теряют до 50% теплоизоляционных свойств. При этом уже через 5-7 лет возникает настоятельная необходимость их замены.

Замена утеплителя из минеральной ваты представляет значительные трудности как технического, так и экономического характера. Вопреки распространенному мнению, минеральная вата не может быть использована вторично, как по причине потери механических свойств, так и из-за невозможности удаления абсорбированной влаги.

Применение минеральной ваты для теплоизоляции и шумопоглощения в воздуховодах вентиляционных систем, в свете информации приведенной выше, выглядит достаточно странным.

10. Пенные теплоизоляционные материалы

Газонаполненные ячеистые полимерные материалы представляет собой материал, состоящий из тонкоячеистых гранул, спекшихся между собой. Внутри гранул есть микропоры, а между гранулами присутствуют пустоты. Характеристики одного полимерного материала могут отличаться от другого значительно, в зависимости от его химического состава.

Технология производства пенных материалов представляет собой вспенивание полимера. Поэтому пенные утеплители состоят из ячеистой структуры, которая, в свою очередь, может быть с замкнутыми пузырьками газа, либо ее структура напоминает хорошо нам знакомую банную губку.

Низкий коэффициент теплопроводности газонаполненных ячеистых полимерных материалов обусловлен, прежде всего, тем, что изначально его ячейки заполнены смесью газов, выделяющихся при вспенивании. Их теплопроводность в несколько раз может быть ниже, чем у воздуха. Основой газовой смеси служат разные типы фреонов. Достаточно быстро эти газы просачиваются (диффундируют) и улетучиваются из газонаполненных ячеек и замещаются воздухом. Этот дрейф приводит к увеличению теплопроводности на

25 – 30%. Вспененный полимерный материал, состоящий из углеводов, способен к самоокислению на воздухе. Реакция сопровождается деполимеризацией с деструкцией.

Водяной пар проникает в межячейковые связи и ячейки пены и при понижении температуры конденсируется. При замораживании вода расширяется и происходит разрушение как стенок ячеек, так и межячейковых связей. Повреждения зависят от количества воды, проникнувшей в толщу материала, а также от того, насколько часто температура циклично опускается ниже 0°C.

Газонаполненные ячеистые полимерные материалы, при достижении определенной температуры, также подвержены термической деформации и распаду. Для пенополистирола эта температура составляет около 85°C. А температура поверхности стен под воздействием солнечного излучения может достигать значительных величин.

Кроме того, газонаполненные ячеистые полимерные материалы разрушаются ультрафиолетовым излучением. Подвергаясь постоянно такому прямому воздействию, газонаполненные ячеистые полимерные материалы всего лишь в течение одного года эксплуатации могут разрушиться. В этом можно легко убедиться на примере монтажной пены, оставшейся без штукатурного покрытия при монтаже окон.

10.1. Долговечность газонаполненных ячеистых полимерных материалов

Одним из стандартных методов определения долговечности пенополистирола является чередование нагревания до 40°C, охлаждения до -40°C с выдерживанием в воде. Каждый такой цикл равен 1 условному году эксплуатации. В открытых литературных источниках утверждается, что долговечность изделий из пенополистирола, по данной методике испытаний, составляет не менее 60 - 80 лет.

Однако подобных циклов, достаточных для замерзания воды в ограждающей конструкции, за отопительный сезон, по данным австрийских исследователей, около 300.

Наиболее проблемными пенные материалы являются с точки зрения экологичности. При эксплуатации они выделяют целый спектр вредных газов, испарений и токсичных компонентов. Такие утеплители запрещены к использованию внутри помещения, и они не особенно рекомендованы даже снаружи, поскольку любая стена является проницаемой для молекул газа.

Важным моментом в выборе пенных утеплителей является то, что это горючие материалы с низкой огнестойкостью, сфера использования которых очень ограничена.

Существует также еще одна проблема пенных утеплителей: естественное старение полимеров. Пенные утеплители теряют свои эксплуатационные свойства за 3-7 лет. При этом, следует заметить, что утеплитель не подлежит повторному использованию да и полной рециклизации тоже.

11. Недеградирующие теплоизоляционные материалы

Из всего многообразия существующих различных классов эффективных теплоизоляционных материалов ассортимент недеградирующих теплоизоляционных материалов с закрытыми порами представлен двумя наименованиями: пеностекло и ячеистые бетоны – пенобетоны.

11.1. Пеностекло

Пеностекло является одним из самых перспективных ячеистых материалов для наружного утепления [6 - 8]. Его замкнутая структура ячеек с нулевым значением воздухопроницаемости полностью исключает потерю тепла. Материал водостойкий. У пеностекла приемлемые физические и эксплуатационные характеристики. Срок эксплуатации пеностекла может превышать сотни лет. Пеностекло подавляет возможность появления на нем грибка и растений, ибо питательной средой для них не является. Также оно препятствует проникновению в здание различных насекомых и грызунов.

Как и стекло, пеностекло не имеет санитарных и гигиенических ограничений. Оно устойчиво к значительным перепадам температур, воздействию растворителей и т.д.

Основные характеристики: плотность 105 – 165 кг/м³, коэффициент теплопроводности 0,038 – 0,044 Вт/(м²·К).

11.2. Пенобетон

Ячеистые бетоны - это искусственный камневидный материал, с равномерно распределенными порами в виде ячеек диаметром 1 - 2 мм, получаемый в результате затвердевания предварительно вспученной с помощью порообразователей, смеси вяжущего вещества, кремнеземистых компонентов и воды.

Монолитный пенобетон является практически прочным и долговечным материалом. Монолитный пенобетон противостоит воздействию влаги и косвенно позволяет регулировать влажность воздуха в помещениях, тем самым способствуя созданию благоприятного микроклимата.

Путем изменения соотношения компонентов можно изменять плотность пенобетона от 100 до 1400 кг/м³ и прочностные характеристики в пределах от 10 до 100 кг/см².

Смеси с плотностью 100-600 кг/м³ состоят из цемента, воды и пены. Смеси с плотностью 700 кг/м³ и выше состоят из цемента, воды, песка и пены.

При изменении пористости от 50 до 90% плотность уменьшается с 1000 до 100 кг/м³, а теплопроводность уменьшается с 0,24 до 0,04 Вт/(м²·К).

Весовая влажность пенобетона в конструкции стабилизируется через 3 года и составляет около 20 - 30%, что практически не влияет на теплоизоляционные свойства [9].

Изделия из монолитного пенобетона соответствуют первой степени огнестойкости.

В целом при строительстве из монолитного пенобетона наблюдается трехкратная экономия денежных средств на материалах.

Для предотвращения возможности поражения пенобетона насекомыми и грызунами добавляются соли борной кислоты, применяемые как антипирен и антисептик.

Выводы

Анализ эксплуатационных характеристик современных строительных теплоизоляционных материалов позволяет рекомендовать к применению в ограждающих конструкциях пенобетон и пеностекло, «организованные» в рационально оптимальную конструкцию как наиболее оптимальные не деградирующие материалы-утеплители.

Перечень ссылок

1. Гагарин В.Г. Теплофизические свойства современных стеновых конструкций многоэтажных зданий / В.Г. Гагарин // Строительная теплофизика и энергосбережение. - №5, 2009 г. – С. 297 – 306.
2. Гурьянов Н.С. Оценка и обеспечение тепловой надёжности наружных стен эксплуатируемых зданий. Диссертация кандидата технических наук. Артикул: 162945.
3. Критерии выбора теплоизоляционных материалов для ограждающих конструкций. - ССК Кровля и Изоляция. - №3(43), 2008. – 26 с.
4. Fischer K. Влага в зданиях и поднимающаяся влага / К. Fischer // Bausubstanz. - №7. – 1998. – С. 34 – 42
5. Смык Л. Как сделать дом энергоэффективным / Л. Смык // Приватный дом. - №3, 2007. – С. 45- 53.
6. Кетов А.А. О причинах отсутствия конкурентов у пеностекла на рынке теплоизоляции / А.А. Кетов // Стройкомплекс Плюс, Стройкомплекс среднего Урала. -№1, 2006. – С. 23 -31.
7. Practical Guide to Flat Roofing. Know-How Lifetime Solutions. FOAMGLAS, 1999. – P. 23.
8. Бовтенко В.И. Ограждающие конструкции и инженерные решения «пассивного» здания для климатических условий Украины / В.И. Бовтенко // Керамика: наука и жизнь. – 2016. - №2(31). – С. 17 - 30
9. Гагарин В.Г. Основы для инженерной методики расчета влажностного режима ограждающих конструкций с применением ячеистого бетона / В.Г. Гагарин, В.В. Козлов // Алитинформ. - №1(13), 2010. - С. 59 – 63.