

Евгений Сосунов, начальник рабочей группы по продвижению и продаже пеностекла ОАО "Гомельстекло"

Комплексный подход в оценке эффективности теплоизоляционных материалов

Зачастую люди, излагающие свою точку зрения (в том числе и по вопросам обустройства теплоизоляции зданий и сооружений), грешат некоторым субъективизмом. Как результат, умышленно или по стечению обстоятельств, культивируются заблуждения, приводящие к стереотипному восприятию реальных задач в области строительной теплотехники. Поэтому вдвойне приятно, когда встречаешься с безупречным анализом, выверенной методологией и объективно достоверными выводами.

Так, в отношении проектирования и обустройства теплоизоляции стен и преимуществ тех или иных эффективных утеплителей мне импонирует точка зрения московского специалиста из НИИ бетона и железобетона Алексея Семченкова (НИИЖБ филиал ФГУП НИЦ, г. Москва) который предложил использовать многофакторный комплексный подход при проектировании теплозащиты наружных стен. Дабы не исказить собственным пересказом мнение Алексея Семченкова по вопросу теплоизоляции зданий и сооружений, предлагаю читателям дословное авторское изложение без комментариев, купюр и искажений.

Алексей Семченков
(НИИЖБ филиал ФГУП НИЦ)

"Сегодня нет единой методики оценки технико-экономической эффективности существующих или проектируемых стеновых ограждений. 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: необходимо учитывать требования к конструкции всех участников инвестиционного процесса.

За последние 25 лет произошло снижение стоимости строительства на 30%, сроки возведения сократились на 50%, эксплуатационные расходы, энергоем-

кость строительных процессов, количество отходов и загрязнение окружающей среды снижены на 50%. Эти требования, наряду с опытом проектирования и мнением потребителей, учтены при формулировании требований-

функций к конструкции наружной стены и ее элементам (рис. 1).

Функции первого уровня: безопасность, экономичность и эстетико-физиологические качества раскладываются на функции второго уровня. Существуют горизонтальные связи между теплозащитой, комфортностью, экологической безопасностью, энергоэффективностью и долговечностью, зависящей от температурно-влажностного режима стен ограждающих конструкций. Архитектурно-эстетические качества влияют на технологичность, ремонтпригодность, долговечность и стоимость конкретной стены. Поэ-

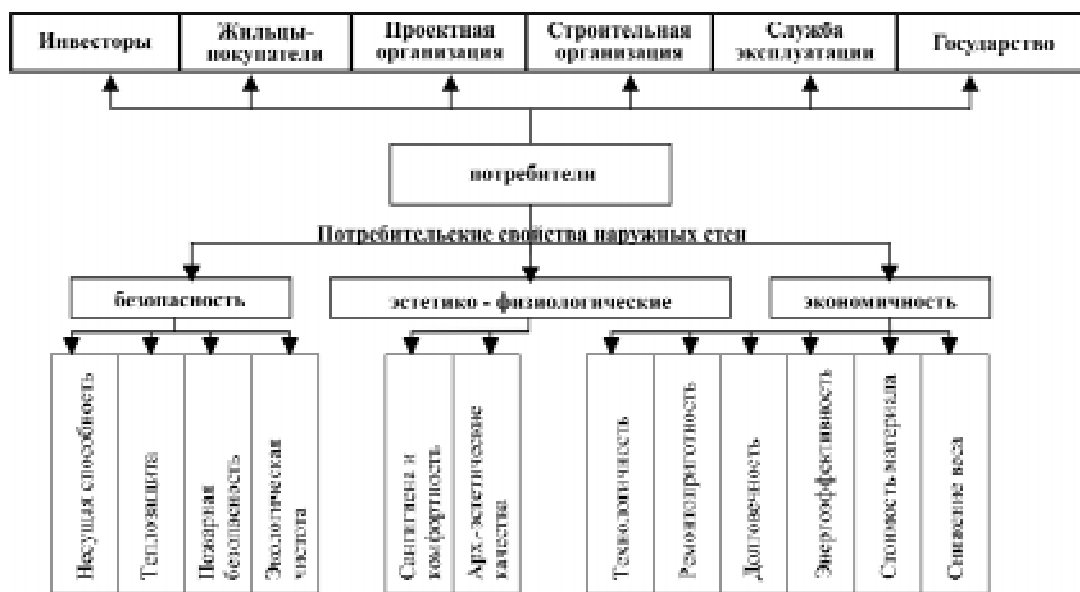


Рис. 1. Функциональная схема проектирования наружных стен

тому целесообразно разбить третий уровень на три условно отдельных исторически сложившихся блока по существу решаемых задач: экономические, строительной физики и архитектурно-конструктивные (рис. 2).

Оценкой технико-экономической эффективности

стены является показатель эффективности: $\mathcal{E}_B = \frac{P_B}{\mathcal{Z}_B}$, (1)

где

P_B – потребительская стоимость объекта анализа;
 \mathcal{Z}_B – совокупные затраты на реализацию (финансовые, трудовые, ресурсные, временные и пр.).

Для определения P_B традиционно используется метод экспертной оценки. Увеличение числа экспертов повышает достоверность оценки. Однако их квалификация существеннее, чем число, и важнейшим критерием отбора экспертов является их профессиональная репутация. Необходимое количество квалифицированных экспертов с профессиональной репутацией найти сложно. Поэтому при большом (более семи)



Рис. 2. Третий уровень функциональной схемы проектирования стен

количестве функций, когда влияние различия их важности незначительно, потребительскую стоимость объекта предлагается оценивать количеством удовлетворенных требований одинаковой важности.

Первый уровень формулирует основные требования для проектирования – уровень ответственности и коэффициент надежности, экологические и градостроительные условия участка, категорию качества здания по уровню комфорта, экономичность проекта, продолжительность строительства, срок службы здания и долговечность материалов.

Двенадцать функций второго уровня в полной мере раскрывают и оценивают потребительские свойства конструкции стен. В работе над проектом по функциям третьего уровня используются одни и те же нормы, поэтому сравниваемые варианты стен имеют достаточную несущую способность. Если долговечность и теплозащитные свойства стен заметно различаются, то необходимо в формуле 1 принимать приведенные затраты на ремонт и отопление за весь период службы.

Основные различия функций третьего уровня бывают по архитектурно-эстетическим и экономическим показателям (входят в знаменатель формулы 1).

Сложность в проектировании наружных стен – выбор материалов и конструкции стены, которые способствовали бы максимальному удовлетворению требований (особенно технико-экономической эффективности).

Современные строительные материалы должны обладать следующими качествами:

- их производство должно минимально использовать природные ресурсы и максимально отходы других производств;
- наличие возможности полной вторичной переработки здания по истечении срока службы;
- повышенная долговечность и прочность при пониженной плотности материала; технологичность в производстве и использовании.

Требования к добываемым и получаемым из отхо-

дов материалам являются составной частью двенадцати требований к стене (рис. 1). Их можно обозначить аббревиатурой ЛЭЭЭНДТ: легкие, экономичные, экологически чистые, энергоэффективные, негорючие, долговечные, технологичные.

У легких стеновых конструкционно-теплоизоляционных материалов отношение класса прочности материала при сжатии (МПа) к его плотности (т/м^3) не должно быть меньше 2,5.

К экологически чистым материалам относятся: применяемые на открытых поверхностях стен и перекрытий, не опасные для здоровья человека, производимые из безвредных природных материалов, не изменяющих равновесия в природе в результате их разработки, не дающие вредных выбросов в производстве, не опасные при транспортировке и захоронении.

Энергоэффективность материалов оценивается приведенным коэффициентом теплопроводности (равным отношению толщины стены к ее приведенному сопротивлению теплопередаче). В Москве для энергоэффективных стен $\lambda_{пр} \leq 0,15 \text{ Вт / (м} \cdot \text{°C)}$. **Технологичность** материала оценивается показателями трудозатрат и сроков монтажа.

Новые нормы требований к теплозащите наружных стен в среднем ужесточены в три с половиной раза. В этом случае дополнительные затраты на увеличение сопротивления теплопередаче ограждений за счет толщины традиционных однослойных стен из тяжелых энергоемких материалов (сплошной кирпич и керамзитобетон) очень велики и не окупятся даже за весь период эксплуатации здания в 50–100 лет. Поэтому для снижения толщины стен и повышения их сопротивления теплопередаче были разработаны и внедрены двух- и трехслойные наружные несущие стены с мягкими эффективными плитными утеплителями из жесткой базальтовой ваты марки по плотности М125 – М175 и пенополистирола М35 – М50.

Гарантированный срок службы даже самых лучших отечественных и зарубежных мягких пороволокнистых эффективных утеплителей не превышает 15–25 лет, после чего их эксплуатационные свойства ухудшаются. Поэтому для компенсации потерь тепла, связанных с ухудшением эксплуатационных свойств материала, рекомендуется изначально устанавливать утеплитель большей толщины путем деления на коэффициент долговечности утеплителя γ_y , равный для пенополистирольных плит М35–0,77, а для жестких плит из волокнистых утеплителей – 0,67.

Установка дорогих и трудоемких крепежных элементов и связей из нержавеющей стали создает мостики холода и увеличивает $\lambda_{пр}$ стены. Поэтому полимерные и волокнистые эффективные утеплители не отвечают всем требованиям ЛЭЭЭНДТ. В стенах, где их применяют, происходит разделение выполняемых функций по различным слоям, что приводит к усложнению конструкции, увеличению трудоемкости и снижению надежности. Ремонтнепригодные стены с меньшим, чем требуется, сроком службы надо сразу исключать из рассмотрения.

К материалам, отвечающим всем требованиям

ЛЭЭЭНДТ, относятся легкие поризованные мелкозернистые (ПМЗБ) и полистирольные бетоны (ППСБ), пеностекло и пенокерамика”.

Таким образом, резюмируя обоснование и выводы Алексея Семченкова относительно преимуществ легких конструкционно-теплоизоляционных материалов над такими теплоизоляционными материалами как минераловатные волокнистые плиты и плиты из пенополистирола, вынужден признать, что благодаря сложившимся в Республике Беларусь стереотипам в отношении строительной теплотехники у нас в стране превалирует совершенно иная точка зрения, когда существует мнение, что неоспоримое преимущество в отношении эффективности применения при обустройстве теплозащиты стеновой конструкции закрепилось за минераловатными плитами (как правило, зарубежного производства).

Если же еще раз сопоставить “плюсы” и “минусы” таких утеплителей, как волокнистая плита из базальтовой ваты и ячеистое пеностекло, то справедливо оценивая параметры материалов (табл. 1), следует отме-

тить, что в пресловутом превосходстве стеновых плит из базальтовой ваты над прочими теплоизоляционными материалами для обустройства теплозащитного слоя наружных стеновых конструкций очень много хорошо поставленной рекламы и продуманного Пи-Ар и очень мало объективно существующего преимущества.

Если же подойти объективно к вопросу преимуществ тех или иных теплоизоляционных материалов и комплексно оценивать их достоинства и недостатки, то в отношении стеновых плит из базальтовой ваты (на фоне блоков из ячеистого пеностекла) следует сделать вывод: либо минераловатные плиты должны стать качественно лучше (в плитах будет применяться неорганическое связующее, более долговечный гидрофобизатор, композитное покрытие поверхности и т. п.) либо эти плиты в Республике Беларусь должны значительно подешеветь, дабы исчез дисбаланс в соотношении “цена-качество”.

С пуском новой, “с иголки”, линии по производству современных отечественных стеновых минераловатных плит на объединении “Гомельстройматериалы” цена на данный теплоизоляционный материал в Беларуси значительно снизится и минераловатные плиты займут свою стабильную нишу потребления без излишнего стимулирования спроса посредством массивной рекламы и Пи-Ар в ущерб другим классам теплоизоляционных материалов.

Т а б л и ц а 1

Стеновая плита из базальтовой ваты	Блоки из ячеистого пеностекла
Несгораемый материал, выделяющий при нагревании продукты распада синтетического связующего	Негорючий материал, не выделяющий при нагревании газов и паров
Имеет ограничения в применении, связанные со структурой волокон и химическим содержанием связующего	Не имеет ограничений в применении, связанных с санитарными и гигиеническими противопоказаниями
Производится из горных пород и продуктов химического синтеза. После использования подлежит обязательной ликвидации	Производится из отходов стекла (стеклобоя). После использования 100% материала может быть утилизировано или переработано в новые материалы и изделия
Имеет изначально более низкий коэффициент теплопроводности, зависящий от изменений влажности газовой среды между волокон и ухудшающийся с течением времени из-за деструкции материала (волокна, связующее, гидрофобизатор)	Имеет более высокий коэффициент теплопроводности, не зависящий от внешнего воздействия атмосферы. Долговечен и сохраняет неизменным коэффициент теплопроводности на протяжении всего срока эксплуатации здания
Имеет невысокие показатели прочности на сжатие, что требует обязательного применения значительного количества анкерных креплений при теплоизоляции вертикальных стен с последующим возникновением в местах крепления «мостиков холода»	Имеет самые высокие показатели прочности на сжатие среди эффективных теплоизоляционных материалов, что позволяет уменьшать количество анкерных креплений для фиксации материала или не использовать их вовсе
Вес конструкции характеризуется плотностью материала не более 175 кг/м ³	Вес конструкции характеризуется плотностью материала не более 180 кг/м ³
Процесс крепления материала трудоемок и дорогостоящ, требует применения высококвалифицированной рабочей силы и дорогих расходных материалов.	Процесс крепления трудоемок, но позволяет применять труд среднеквалифицированных рабочих имеющих опыт облицовочных и штукатурных работ. Для монтажа и крепления можно использовать широко распространенные и экономичные материалы
Стоимость материала составляет от 80 до 170 долларов США за 1 м ³	Стоимость материала составляет от 90 до 120 долларов США за 1 м ³

Думаю, и думаю, что не ошибаюсь, что в течение ближайших 3–5 лет в Беларуси ситуация на рынке теплоизоляционных материалов стабилизируется и будет сходна той, что сложилась в Европе и Северной Америке, где теплоизоляционные материалы на протяжении последних десятилетий дифференцированы по уровню потребления, цене и качеству.

Еще раз подчеркну: то, что в мире существуют различные классы эффективных теплоизоляционных материалов обусловлено, прежде всего, широким спектром потребительского спроса. Необходимы и материалы высокого класса для создания сверхнадежных и долговечных строительно-архитектурных решений, и материалы среднего уровня потребительских характеристик, при помощи которых можно реализовывать экономичные и быстро окупаемые проекты.

Еще раз подчеркну: то, что в мире существуют различные классы эффективных теплоизоляционных материалов обусловлено, прежде всего, широким спектром потребительского спроса. Необходимы и материалы высокого класса для создания сверхнадежных и долговечных строительно-архитектурных решений, и материалы среднего уровня потребительских характеристик, при помощи которых можно реализовывать экономичные и быстро окупаемые проекты.