

Отражающая изоляция - Пенофол

В. Макаров (По материалам семинара "Инженерно-техническая подготовка к строительству зданий. Осушение участков. Дренажные системы. Защита фундаментов. Материалы и технологии производства работ")

На фоне истощения природных топливных запасов во всем мире все больше и больше внимания уделяется экономии энергоресурсов. Нормативные требования в строительной отрасли регулярно пересматриваются и также регулярно растут. Требования по теплоизоляции строительных конструкций в течение двух последних десятилетий повысились в несколько раз.

Какими же способами удовлетворяются новые требования. Кажущееся самым простым решение - увеличить толщину теплоизоляции. Обоснование таково: тепловой поток, направленный из теплого помещения, возрастает при повышении разности температур на границах теплоизоляции и уменьшается при увеличении ее толщины. Проложили утеплителя в три раза больше, уменьшили во столько же раз мощность системы отопления. Казалось бы, сэкономили.

Но простое решение не означает лучшее. К чему приведет увеличение толщины теплоизоляции? Во-первых, что касается стоимости самого утеплителя. По действующим в данное время нормативам, жилое здание в центральном регионе России с кирпичными стенами толщиной 40 см должно иметь толщину изоляции, например минеральной ваты, - примерно 150 мм. В том же здании под кровлей слой теплоизоляции эквивалентен толщине минеральной ваты - около 250 мм. Если учитывать возросшие санитарно-гигиенические требования, себестоимость теплоизоляции резко вздорожает. Доставка, монтаж, дополнительные материалы, необходимые для крепления увеличившегося объема изоляции, еще больше поднимут цену за утепление. Во-вторых, что касается тепловой инерции. Чем толще слой изоляции, тем больше тепловой энергии требуется на ее нагрев и, следовательно, понадобится значительно больше времени для смены теплового режима. Представьте, что вы приехали в хорошо утепленный загородный коттедж на выходные зимой, а пока прогреется внутреннее пространство, массив теплоизоляции, стенового материала, и температурный режим войдет в норму, пройдет 2-3 дня. Серийное и индивидуальное строительство не может идти по традиционному пути простого увеличения толщины теплоизоляции. Пришло время пересматривать традиции.

Сейчас существует множество теплоизоляционных материалов. Стеновые с теплоизолирующими свойствами - пенобетон, газобетон - не являются утеплителями и все равно требуют дополнительного утепления и установки пароизоляции. Засыпка между кладкой керамзита или подобных материалов вследствие их низких теплоизоляционных свойств крайне нерентабельна. Стекловата не подходит для жилых построек по экологическим параметрам. Минеральная вата и минераловатные плиты имеют средние характеристики по свойствам теплоизоляции, некоторые виды неплохи в плане экологии, но все требуют определенных мер безопасности в процессе монтажа и установки дополнительной пароизоляции. Некоторые виды стекло- и минеральной ваты

чрезвычайно горючи и легко воспламеняемы. Понятно, что утеплив такими материалами деревянный дом, жить в нем можно, но как на пороховой бочке. Пенопласт при увеличении влажности сильно меняет свои теплоизоляционные свойства, требует установки пароизоляции, и как все плитные материалы дорог в транспортировке. Полиэтиленовые пены закрытопористой структуры имеют хорошие теплоизоляционные свойства: в два-три раза эффективней ватных материалов, не впитывают влагу и работают еще и как паро- и гидроизоляторы, поглощают удары и шум. Превосходны в плане экологии. Вследствие упаковки в рулоны удобны в транспортировке и хранении. Но несмотря на то, что пенополиэтилен удачно сочетает в себе много разносторонних свойств, он не применяется повсеместно из-за сравнительно высокой цены. В последнее время в России запущено производство так называемого газовспененного пенополиэтилена, более известного под названием ЭНЕРГОФЛЕКС. Он имеет такую же закрытопористую структуру, но вследствие простой и недорогой технологии производства стоит достаточно дешево и имеет отличные перспективы в программе энергосбережения.

Все рассматриваемые выше материалы относятся к так называемой массивной изоляции. Рассмотрим принцип работы массивной теплоизоляции и разберемся все-таки, как и каким образом уходит тепло из нашего дома. Если мы замерзли и хотим согреться, то дотрагиваемся до горячего радиатора и чувствуем тепло. Такой способ теплопередачи называется кондукцией, или проводимостью. С тем же эффектом можно воспользоваться рефлектором, только до него дотрагиваться не нужно. Мы чувствуем инфракрасное(тепловое) излучение рефлектора на расстоянии. Этот способ теплопередачи так и называется - излучение, или лучистый теплоперенос. Если же на рефлектор установлен вентилятор, то поток теплого воздуха нагреет вас гораздо быстрее. Такой способ теплопереноса называется конвекцией. Теперь мы знаем три основных способа теплопередачи: проводимость, излучение и конвекция. Разные материалы по-разному влияют на эти составляющие теплового потока. Для проводимости самый лучший утеплитель - воздух. Коэффициент его теплопроводности приблизительно равен $0,025 \text{ Вт/м}^2\text{К}$, но воздух подвержен конвекции - холодные и теплые слои постоянно перемешиваются.

Существуют разного рода слоистые и пористые материалы - массивные утеплители, содержание воздуха в которых достаточно велико, а его перемешивание затруднено. Лучшие утеплители этого класса - полиэтиленовые пены - имеют коэффициент теплопроводности, близкий к воздуху, примерно $0,003-0,004 \text{ Вт/м}^2\text{К}$. Для конвекции достаточной преградой будет установка утеплителей с закрытопористой структурой, не пропускающих воздушные массы и не допускающих конвекции внутри теплоизоляции, или установка пароизоляционных материалов, а в облегченных конструкциях так называемой ветроизоляции. А что же по поводу излучения? Чтобы защититься от теплопотерь посредством излучения, достаточно установить на его пути лист полированного металла. Металл может быть любой, но чем меньше у него эмиссия(поглощение излучения), тем выше коэффициент отражения и больше эффективность как отражателя для теплового потока. Чаще всего используется полированный алюминий, обладающий очень высокими отражающими свойствами(выше только у серебра, золота и платины). Кроме того, другие металлы с течением времени окисляются и снижают коэффициент отражения, а

полированный алюминий изначально покрыт слоем окисла, который защищает его от любых воздействий, кроме щелочи и кислоты. Алюминий относительно дешев в производстве, легок и удобен в обработке. Таким образом, массивная изоляция влияет на проникающую компоненту теплового потока, и некоторые ее виды сокращают конвективные теплопотери. Но независимо от вида массивная изоляция не оказывает существенного влияния на инфракрасное излучение.

Можно возразить: какое излучение? У нас нет раскаленных докрасна обогревателей, батареи отопления дают температуру 80-90°C. Но, оказывается, эффект лучистого теплопереноса существует и при низких температурах. Покрытие стенок термоса отражающим слоем почти прекращает охлаждение налитого в него горячего чая. Температурный режим близок к системе отопления. Но ведь в термос можно налить ледяную воду, и она будет нагреваться значительно медленнее, чем в бутылке, стоящей рядом. В случае с ледяной водой меняется только направления теплового потока - он направлен не из термоса, а внутрь его. На самом деле лучистый теплоперенос существует при любых температурах. Проиллюстрировать можно на примере сосуда Дьюара, который еще во второй половине XIX века применил колбу наподобие термоса с посеребренными стенками для хранения жидкого азота. Температура испарения азота - примерно 200°C. Дело в том, что при расчете физических процессов теплопереноса во внимание принимается не температура относительно 0°C, а разница температур, так что теплопотери за счет излучения есть и при самых низких температурах на улице. Причем, чем больше разница температур снаружи и внутри здания, тем больше тепловой поток, тем больше лучистая составляющая теплопотерь. Теоретические расчеты показывают, что доля излучения в общем тепловом потоке, направленном из здания, достаточно велика. Для обычных жилых домов лучистые теплопотери могут составлять от 20% до 70%(в зависимости от частных условий, времени года и т.д.) от общей величины теплопотерь. Не устанавливая отражающую изоляцию, мы заведомо соглашаемся, что от 20 до 70% тепла будет уходить на улицу.

Что такое отражающая изоляция? Как правило, это тонкий рулонный материал, состоящий из основы и отражающего слоя. Основным критерий, по которому материал можно отнести к отражающей изоляции, - это коэффициенты теплового и оптического отражения. Оптическое отражение должно быть не менее 95%, тепловое - не менее 90%. В полной мере этому условию отвечает только тонкая полированная алюминиевая фольга. У нее коэффициент отражения может достигать 96-97%. Алюминиевая неполированная фольга, которая применяется в строительстве, толщиной 50-80 мкм, отражает 70-80%. А если на какую-либо основу(например, на лавсановую пленку) нанести напыление меньше 500 ангстрем, то теплового отражения как такового не происходит, сказывается так называемый скин-эффект. Проще говоря, не все то, что блестит, отражает. В качестве основы, на которую наносится отражающий материал, может служить почти любой высокоэффективный теплоизоляционный материал, желателен светопрозрачный или частично светопрозрачный. Из этого правила допустимы и исключения, например, отражающая изоляция может не иметь основы вообще.

Идея применения инфракрасного зеркала в качестве теплоизоляции довольно стара. Впервые об отражающей изоляции в строительстве заговорили в 30-е годы XX века. Было

много публикаций в прессе США, Германии и СССР. Но широкого распространения эта изоляция не получила - алюминий имел слишком высокую себестоимость. Во время Второй мировой войны отражающая изоляция хоть и не повсеместно, но применялась в армиях СССР и США. В 70-х годах произошло резкое снижение себестоимости алюминия, и он вышел на бытовой уровень. Началось серийное производство отражающей изоляции. Бум пришелся на 90-е годы. Сегодня в мире производится и применяется довольно много ее видов.

Сравнительно недавно в России основано производство отечественной отражающей изоляции. Материал называется ПЕНОФОЛ и производится на заводе ЛИТ в г.Переславле-Залесском. Производство основано в 1998 г. В прошлом году завод ЛИТ вступил во Всемирную ассоциацию производителей отражающей изоляции, а ПЕНОФОЛ стал "лауреатом" Всероссийского конкурса "Сто лучших товаров России". Ассортиментный перечень производимого ПЕНОФОЛА постоянно расширяется и на данный момент включает в себя три десятка наименований. Одновременно ведется работа по изучению характеристик ПЕНОФОЛА, разработке технической документации, проектированию типовых схем и правил монтажа, что поможет наиболее полно удовлетворить потребности практически любого заказчика.

ПЕНОФОЛ - это многослойный материал, который состоит из основы и алюминиевой фольги. В качестве основы используются полиэтиленовые пены разной структуры и толщины. Фольга наносится методом термической сварки и отполирована до коэффициента отражения не менее 97%. Толщина фольги от 9 до 14 мкм, в зависимости от типа ПЕНОФОЛА. Толщина пенополиэтилена варьируется от 2 до 10 мм. По отдельным требованиям, для экстремальных ситуаций, толщина доводится до 20 мм. Наиболее часто применяемые типы ПЕНОФОЛА:

- тип А односторонний - с одной стороны алюминиевая фольга, с другой - пенополиэтилен;
- тип В двусторонний - два слоя алюминиевой фольги, между ними - пенополиэтилен;
- тип С самоклеящийся - с одной стороны алюминиевая фольга, с другой стороны - пенополиэтилен, на который нанесен влагостойкий контактный клей с антиадгезионным покрытием;
- тип ALP - ламинированный - похож на односторонний, но поверх алюминиевой фольги наварена полиэтиленовая пленка.

В ближайшем будущем начнется производство нового вида - типа D (рабочее название), имеющего уникальные звукоизоляционные характеристики.

Кроме ПЕНОФОЛА, производится еще один вид отражающей изоляции, под названием АРМОФОЛ. Это по своим функциям близкие материалы, но последний отличается внешне и по технологии производства. АРМОФОЛ состоит из полированной алюминиевой фольги, армированной стеклосеткой. Благодаря своей высокой прочности имеет некоторые уникальные области применения.

Где можно применить высокие теплоизоляционные свойства ПЕНОФОЛА? Согласно рассмотренной выше теории теплопереноса можно с уверенностью сказать: практически

везде, где есть разность температур, нужно устанавливать отражающую изоляцию ПЕНОФОЛ и АРМОФОЛ. Не применив ее, вы не сможете сказать, что предприняли все возможные меры по теплоизоляции. А как насчет тех случаев, где полная изоляция, удовлетворяющая нормативным требованиям, не нужна? Это может быть легкая каркасная постройка, дача, не эксплуатируемая в зимний период. Или застекленный балкон, или лоджия, где нужна не комнатная температура, а чуть ниже. Если не учитывать конвективные потери (установлена так называемая ветроизоляция, а в ее роли может выступить и ПЕНОФОЛ), то в такой конструкции при определенных обстоятельствах (разности температур и т.д.) суммарный тепловой поток будет разделяться на проводимость и излучение в соотношении примерно 50 на 50%. Значит, с одинаковым успехом можно установить толстый слой массивной изоляции или достаточно тонкую отражающую изоляцию. И в варианте с ПЕНОФОЛОМ мы сокращаем тепловой поток максимум в два раза. Для облегченной каркасной постройки установка сравнительно толстой традиционной изоляции вряд ли нужна, достаточно будет только ПЕНОФОЛА. А вот для полной теплозащиты лучше ставить и отражающую, и массивную изоляцию.

До сих пор мы рассматривали ПЕНОФОЛ только как теплоизоляцию, а какие полезные функции он может выполнять еще? Пенополиэтилен, входящий в состав ПЕНОФОЛА, практически не впитывает и не поглощает влагу, алюминий, естественно, тоже. Следовательно, ПЕНОФОЛ является идеальной пароизоляцией. То есть, установив ПЕНОФОЛ в строительную конструкцию в дополнение к массивной изоляции, в случае утепления изнутри здания, мы можем не тратить средства на пароизоляционные материалы. Надо всего лишь герметизировать швы, для этого в качестве аксессуара к ПЕНОФолу производится специальная алюминиевая самоклеящаяся лента. На самом деле водопоглощение ПЕНОФОЛА настолько мало, что он с успехом служит как гидроизоляция, например, при утеплении здания снаружи. Оговоримся, что ПЕНОФОЛ как гидроизоляция подойдет не везде. Под кровлей его можно использовать, а вот бассейн гидроизолировать нельзя. Высокие шумопоглощающие свойства пенополиэтилена в полной мере реализовались в ПЕНОФОЛЕ. Причем, в отличие от плитной шумоизоляции, устанавливаемой между каркасом, лагами, стропилами, и т.д. ПЕНОФОЛ, монтируемый поверх каркаса, весьма эффективен для защиты от структурного или ударного шума. Получается, что ПЕНОФОЛ соединяет в себе сразу несколько разносторонних свойств, поэтому он не просто утеплитель, это комплексная изоляция, которая применяется как самостоятельно, так и вместе с другими изоляционными материалами для усиления их свойств. Что относится к плюсам ПЕНОФОЛА, кроме всего вышеуказанного? Для его производства используется пенополиэтилен, вырабатываемый из того же сырья, что и полиэтиленовые бутылки для минеральной воды. Алюминиевая фольга практически та же, в которой мы запекаем мясо. ПЕНОФОЛ экологически абсолютно безопасен, не имеет ограничений в применении по гигиеническим параметрам. Удовлетворяет требованиям пожарной безопасности, т.к. относится к трудногорючим, трудновоспламеняемым материалам. Мыши, вечный враг утеплителей, в нем не селятся - слишком тонкий. Чрезвычайно удобен при транспортировке и хранении. Вследствие малой толщины упаковывается в компактные рулоны и занимает минимум места. Так, необходимое для изоляции коттеджа количество ПЕНОФОЛА, можно привезти на легковой машине, тогда

как для традиционной изоляции нужен КамАЗ, а то и два.

Удачное сочетание полезных свойств дает нам чрезвычайно широкий круг применения. ПЕНОФОЛ устанавливаются на стены. Его можно использовать и при утеплении снаружи, так и изнутри здания. Устанавливается в любые типы зданий. Например, для каркасных домов, не эксплуатируемых круглогодично, достаточно установить ПЕНОФОЛ как самостоятельную изоляцию. Для тех же построек, но используемых и в зимнее время, в дополнение к ПЕНОФолу можно установить слой минеральной ваты. ПЕНОФОЛ устанавливается под кровлю. Здесь он так же может быть либо самостоятельной изоляцией, либо дополняется традиционным утеплителем - в зависимости от требуемого уровня теплоизоляции. ПЕНОФОЛ применяется для изоляции межэтажных перекрытий, внутренних перегородок. Используется для изоляции цоколей и фундаментов. ПЕНОФОЛ просто незаменим для изоляции бань и саун - ведь никто не станет утеплять парную пенопластом. Для труб, расширительных баков, трубопроводов применяется ПЕНОФОЛ односторонний и самоклеящийся. Системы вентиляции и кондиционирования удобно изолировать самоклеящимся ПЕНОФОЛОМ. Отличные результаты приносит тепло- и шумоизоляция ПЕНОФОЛОМ автомобилей и фургонов. Монтаж ПЕНОФОЛА в холодильных камерах позволяет резко снизить общую толщину изоляции и, как следствие, ее стоимость. Простая установка ПЕНОФОЛА за батарею отопления позволит увеличить ее эффективность на 20%.

При проведении финансового анализа применения ПЕНОФОЛА можно утверждать, что этот материал позволяет снизить теплотери зданий и, следовательно, расходы на их отопление. Но, кроме этого, оказывается, что и затраты на утепление строений при применении ПЕНОФОЛА значительно уменьшаются. Подсчитано, что если в проекте для изоляции кровли заложена установка, скажем, пенопласта, то после установки ПЕНОФОЛА, общая стоимость изоляции будет снижена в два-три раза.

В заключение хочется отметить, что большое внимание уделяется документированию свойств и характеристик ПЕНОФОЛА. Материал полностью сертифицирован, имеет санитарно-эпидемиологическое заключение, сертификаты соответствия и пожарной безопасности. Все характеристики ПЕНОФОЛА подтверждены ГОССТРОЕМ России. Постоянно ведутся научно-технические исследования ПЕНОФОЛА. По отражающей изоляции и по ПЕНОФолу пишутся дипломные работы и диссертации. Организована информационная поддержка проектировщиков. Для частных застройщиков существуют бесплатные линии консультаций, по которым специалисты дадут квалифицированные ответы на любые вопросы, касающиеся характеристик и применения ПЕНОФОЛА, сделают необходимые теплотехнические расчеты.

Заглядывая в обозримое будущее, можно с уверенностью сказать: через несколько лет большая часть зданий будет проектироваться с применением ПЕНОФОЛА.