

Принятие Закона № 261 – ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» открыло новую страницу в российском строительстве: производители впервые ощутили реальный спрос на энергосберегающие, инновационные технологии, а параллельно усилиение «зеленых тенденций» поставило еще одну задачу: комбинировать эффективность технологий с безопасностью для человека и окружающей среды.



ПЕНОПОЛИСТИРОЛ: НАУЧНЫЙ ВЗГЛЯД

Эти два фактора стали определяющими как для производителей строительных материалов, так и для специалистов в области проектирования и строительства и заставили оба звена строительной цепочки затрачивать немало ресурсов на поиск строительных материалов, удовлетворяющих этим требованиям.

При этом часть профессионального строительного сообщества признает, что энергоэффективные и долговечные материалы уже представлены на рынке и, соответственно, поиск инноваций – скорее дань моде и/или маркетинговой стратегии, чем реальная необходимость.

Среди материалов, чьи свойства уже были не раз доказаны, испытаны, измерены и опробованы в конструкциях по всему миру, – пенополистирол.



видами теплоизоляции, вокруг его применения в жилищном и гражданском строительстве не утихают споры, и если пенополистирол и включат в проектные решения, то делается это с большой осторожностью.

Это связано, прежде всего, с недостаточной информированностью о современных данных, результатах текучих испытаний, наличии разрешительных документов, а также с путаницей, которую вносит в классификацию материала устаревшие ГОСТы и некоторые предпринятые производители.

Данная статья призвана рассмотреть свойства пенополистирола, его преимущества и недостатки по сравнению с другими теплоизоляционными материалами именно в контексте требований современных ГОСТы и некоторые предпринятые производители.

Прежде всего, следует отметить, что свойства пенополистирола очевидно простоятся из метода его производства и особенностей этого процесса. Пенополистирол получают из готового полимера – полистирола – путем его вспенивания при нагревании на выше 100 °С. Этот процесс носит чисто физический характер, какие-либо химические реакции при этом исключены. При этом важно подчеркнуть, что только пенополистирол, пенополиэтилен и пенополивинилхлорид получаются из чистых полимеров. Пенополиуретан и другие пеноконкретности образуются в результате химических реакций при смешении двух реакционноспособных олигомеров, и полимер синтезируется одновременно с его вспениванием.

Кроме того, следует все же отметить, что в самой технологии производства пенополистирола за-
 63 64

жени его санитарно-гигиеническая безопасность и «чистота». Согласно санитарно-гигиеническим нормам пенополистирол может контактировать с любыми пищевыми продуктами, из него изготавливают пищевую посуду, оборудование для пищевой промышленности, а также с продуктами животного происхождения, такими как фрукты, рыба и мясо.

Одним из аргументов против использования пенополистирола в строительстве является то факт, что полистирол появляется путем полимеризации стирола в окружающей среде. Однако для большинства представителей научного химического сообщества такие утверждения представляются бесосновательными и безграмотными, так как в условиях обычной эксплуатации пенополистирол окисляется никогда не будет. Дегполимеризация стирола действительно может идти при температурах выше 320 °С, но в своем большинстве в выделении стирола в процессе эксплуатации пенополистирольных блоков в интервале температур от –40 до +70 °С не идет.

Данные испытания Московского научно-исследовательского института гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана показывают, что в отобранных пробах воздуха в помещениях со стеновыми панелями из стенового пенополистирола (с средним слоем из пенополистирола) не обнаружены следы стирола. Кроме того, анализ всех имеющихся мировых данных по токсикологии, в том числе самые последние

МАТЕРИАЛЫ

WWW.STROYOBYAVTA.RU

МАТЕРИАЛЫ

WWW.STROYOBYAVTA.RU

исследования Консорциума «Стирол» в рамках европейского регламента REACH (который суммировал результаты исследований за последние 20 лет), говорит о том, что стирол не является мутагенным, канцерогенным веществом и не оказывает воздействия на репродуктивную деятельность организма.

В зависимости от состава и применяемой технологии вспенивания полимера плотность пенополистирола, обладающая решающее влияние на основные свойства материала, может меняться в широких пределах. Так, плотность материала, полученного беспрессовым методом, может меняться от 13 до 48 кг/м³; плиты, полученные методом экструзии, могут иметь плотность от 21 до 40 кг/м³, а полученные этим же методом листы – от 40 до 160 кг/м³. При получении изделий прессовым методом или методом литья под давлением плотность полученных изделий может достигать 40 кг/м³.

Говоря о высоких требованиях, предъявляемых к повышению энергоэффективности зданий, следует рассмотреть такое свойство теплоизоляционных материалов, как теплопроводность, то есть способность материала передавать тепло от одной своей части к другой в силу теплового движения молекул. Низкие показатели теплопроводности позволяют сохранять толщину утеплителя, необходимую для обеспечения нужного уровня тепла, а значит, и затраты на сам материал. Пенополистирол в этом отношении уникален, он обладает низкой теплопроводностью в сочетании с малой плотностью. В зависимости от состава материала, его структуры и метода получения теплопроводность пенополистирола варьируется от 0,028 до 0,045 Вт/м·К.

Этот показатель соответственно составляет 0,058 у дерева, 0,048 – у шпаклевки, 0,045 – у древесноволокнистой плиты, 0,039 – у пробки; однако плотности этих материалов соответственно 368, 35, 208 и 112 кг/м³.

Низкая теплопроводность пенополистирола определяет его широкое применение в Европе, где, что любопытно, его стоимость не уступает стоимости волокнистых утеплителей. В условиях экономики каждого санитарно-гигиенического учреждения в Германии почти полностью ведется с использованием пенополистирола (с 1960-х годов утеплена была более 500 млн кв. м фасадов, по данным Института строительной физики Фраунгофера, г. Хольдизхайн), в связи с чем Германия – основной источник данных о поведении пенополистирола на фасадах в течение длительного времени. В данный момент отсутствие претензий со стороны населения строительного сообщества к нанесенным фасадным штукатуркам системам «мокрого

тита» в силу положительных долгосрочных эксплуатационных характеристик и удовлетворительной защиты от проливного дождя, а также с высокими теплоизоляционными качествами позволяют ежегодно применять таким методом более 30 млн кв. м жилья по всей Германии.

Однако в России противники применения пенополистирола высказывают опасения по поводу разрушения данного материала под действием факторов внешней среды, что обязывает нас проанализировать результаты испытаний образцов пенополистирола, извлеченных из стеновых сэндвич-панелей при разборке панельных домов со сроком эксплуатации 40 лет и более. Как показали испытания этих образцов, их свойства сохранились на уровне 85–90% от исходных, что говорит о возможности длительной эксплуатации сооружений, построенных с грамотным использованием панелей с пенополистирольным теплоизоляционным слоем.

В течение 12 лет исследованиями в теплоизоляционном слое, изготовленном фирмой «Пласфау», в недостроенном доме в Казани, где пенополистирольные плиты толщиной 100 мм стояли открытыми всем ветрам, дождем и солнцем. Тончайший слой, не более 20 микрон, пожелтел, а под ним – нетронутая ни физически, ни химически белоснежная структура. Даже в условиях, в которых он не должен применяться, а именно – в открытой атмосфере, пенополистирол не разрушается от воздействия влаги и ультрафиолета. По истечении длительного времени пенополистирол полностью сохраняет свои свойства и характеристики.

Таким образом, доступный нам опыт исследований в данной области позволяет сделать следующие выводы. Пенополистирол – материал влагостойкий, более того, будучи непористым полимером, он гидрофобен, то есть обладает плохой смачиваемостью. Пенополистирол сохраняет свои свойства при контакте с влагой, что актуально для регионов с повышенной влажностью или для условий проведения работ во время осадков. Безусловно, обильный переизбыток влаги, накопившейся в стенах, может конденсироваться, и, если конструкция строится плохо, происходит замораживание и оттаивание влаги. Но, как и все полимеры, пенополистирол – податливый материал, поэтому такого разрушения, как в минеральных пористых утеплителях, не происходит.

Пенополистирол обладает также достаточной морозостойкостью, что

позволяет эксплуатировать его при весьма низких температурах (–40 °С –50 °С) (ниже –40 °С) без заметного ухудшения свойств.

Некоторый недостаток огнестойкости исследований в этой области компенсируется богатой базой данных, например, канадских коллег, которые с 70-х годов XX века скрупулезно изучали свойства вспененных и экструдированных полистиролов на предмет их применимости в сухих климатических условиях.

Здесь, в Канаде, в 1973 году в «Журнале отделений механики грунтов и фундаментов» авторы статьи описывали как «Проксирование изолированных конструкций» (E. I. Rovinsky – M. ASCE, Keith E. Bespirlin), в своем выводе рекомендовали применение для этих целей «обыкновенного» пенополистирола: «Хотя в теоретических анализах предполагалось применение экструдированного полистирола в качестве изоляционного материала и он также использовался на строительных площадках, другие материалы, такие как пенополиуретан и пенополистирол, могут столь же успешно служить для этой цели и даже обеспечивать большую экономию. Однако там, где изоляция располагается под нагрузочной частью конструкции, например под фундаментом или под плитой перекрытия, она должна обладать достаточной прочностью на сжатие для того, чтобы выдерживать нагрузку».

Полагая, что подобные испытания с максимальной долей объективности и научной точности должны быть продолжены и в России, тем более что положительный опыт применения полимерных утеплителей в северных широтах России исключает не один десяток лет, однако он требует конкретных и убедительных данных о результатах такого применения.

В тоже время важной предель температур его эксплуатации ограничены значениями от +60 до +70 °С как выше этой температуры материал начинает размягчаться, и его механические свойства заметно ухудшаются. Однако из-за низкой теплопроводности материала кратковременные превышения этой температуры допустимы без ухудшения свойств.

Помимо способности противостоять влаге и воздействию низких температур, пенополистирол демонстрирует высокую стойкость к действию агрессивных сред, в частности к воздействию кислот, растворов щелочей и других химических соединений, что также снижает вероятность разрушения материала, однако не отменяет наличия ряда ограничений его применения, так как реактивные пенополистиролы с красками на основе растворителей

или с ароматическими и хлорированными углеводородами губительно для материала.

К сожалению, примеры игнорирования правил совместимости строительных материалов не единичны в современной строительной практике. Досадно, что такое игнорирование халатности нередко списывается на сам материал или несовершенство его свойств. Примером подобного развития событий может служить авария в торговом центре «Охотный ряд», где сочетание экструдированного пенополистирола с агрессивными красками привело к разрушению материалов и всей строительной конструкции. Для снижения вероятности повторения таких эпизодов предполагается, что должен быть усилен контроль соответствующих органов за корректностью проведения строительных работ, а производители пенополистирольных утеплителей должны усилить просветительскую деятельность среди строителей.

Продолжая тему применимости пенополистирола, необходимо отметить, что он не годится для применения в органических конструкциях. По эксплуатационной совместимости с другими строительными материалами он превосходит все другие пенопласты (фенольные, карбамидные – пеноизол, пенополиуретановые).

В связи с высокими требованиями к экологичности современных материалов, следует говорить не только о безопасности использования и их влиянии на окружающую среду, но также и о микроклимате внутреннего помещения и качестве воздуха в нем. Важным фактором в данном случае является возможность предотвращения размножения бактерий, плесени и грибов и их проникновения через ограждающую конструкцию здания. Испытания, проводимые в лабораториях с идеальными для роста плесени условиями, показали, что плесень на испытываемых образцах не образовывается, роста грибов также не наблюдается. Отсюда можно сделать вывод о химической и биологической нейтральности пенополистирола.

Помимо экологичности, безопасности и энергоэффективности, пенополистирол, будучи легким, прочным и негорючим материалом, отвечает также такому важному в строительстве требованию, как удобство монтажа. Риска повреждения пенополистирола возможна без использования специальных режущих инструментов, простыми средствами, такими как нож или ручная пила. Обращение с материалом не представляет собой трудности для здоровья во время транспортировки, монтажа, использования и демонтажа, поскольку он негорючив, не содержит опасных волокон или других веществ. Пено-

полистирол может обрабатываться и резаться без вызова раздражения, зуда или раздражения кожи, дыхательных путей и глаз. Это означает, что дышатьные маски, защитные очки, защитная одежда и перчатки не требуются для того, чтобы работать с пенополистиролом. Монтаж пенополистирольных плит – простой процесс и доступен практически каждому человеку.

В последние времена в прессе широко обсуждаются вопросы, связанные с пожароопасностью пенополистирола и конструкций с его участием. Следует отметить, что действительно пенополистирол – горючий материал, что накладывает определенные ограничения на его использование. Однако эти ограничения должны быть известны современному строителю, так как отражены в действующем пока ГОСТе 15588-86, и их соблюдение не требует сверхспециальных усилий.

50-летний опыт применения этого материала в мире очевидно свидетельствует о том, что вклад пенополистирола в пожарный риск не больше, чем вклад пенополиуретана и пенополиуретановых органических строительных материалов. При горении пенополистирола выделяется всего около 1000 МДж/м³. Теплота сгорания сухого ламинарного топлива составляет 7000–8000 МДж/м³, что при равном объеме дает значительно большее повышение температуры при пожаре в здании, чем пенополистирол. Пенополистирол используется для тепловой изоляции в качестве среднего слоя строительных конструкций при отсутствии контакта с внутренними помещениями. Во многих случаях фасадные утепления с пенополистиролом показали лучшие результаты при полномасштабных пожарных испытаниях, чем напыленные фасады с минеральной ватой.

Проблема горения пенополистирола решается сегодня за счет различных добавок антипиренов, которые резко снижают опасность возгорания и обладают способностью к самозатуханию при удалении источника огня. До недавнего времени одним из производителей пенополистирола типа ППС-С пропальтивали дексабромциклодеканом (ГБЦД), доля которого обычно не превышала 0,5%. Несмотря на то, что ГБЦД не образует токсичных диоксинов и фуранов при горении и не является источником формирования полибромдифенилофранов и диоксинов при различных видах горения в диапазоне температур от 400 до 800 °С, в последние время были продвиганы новые экологически безопасные варианты его влияния на окружающую среду. В связи с этим европейская полистирольная индустрия столкнулась с необходимостью разработки безопасной альтернативы ГБЦД до 2014 года.

В конце марта 2011 года Great Lakes Solutions (подразделение компании Spheralia) объявили об успешном создании нового антипирена. По заявлениям специалистов Great Lakes Solutions, новая добавка не снижает теплоизоляционных характеристик вспененных и экструдированных полистиролов и одновременно удовлетворяет требованиям по экологичности.

Тем не менее любая органика, включая дерево и даже шерсть, горит с выделением определенных газов. Следует, однако, отметить, что ни полистирол, ни входящие в его состав компоненты не образуют при горении фогана и цианов. Данные о подобных явлениях чаще всего на проверку ссылаются на результаты исследований 1970-х годов, когда способ производства пенополистирола существенно отличался.

Продукты горения полистирола, используемого в качестве среднего слоя строительных конструкций, менее опасны, чем продукты горения целлюлозы, дерева и шерсти, широко распространены в быту. По мнению авторов данной статьи, пожары в зданиях с применением пенополистирола, мусульманские в СМН, случаются из-за неграмотности волонтеров в сочетании с фактическим отсутствием контроля над проведенными строительными работами в нашей стране.

Так или иначе, оптимизм вселяет то, что проблемы, с которыми сталкивается сейчас пенополистирольная индустрия, не связаны с самим материалом, применением которого авторам данной статьи представляется более чем перспективным в силу отсутствия в ряде случаев достойной альтернативы этому материалу. Те проблемы, которые происходят из-за недоразвитости законодательной, строительной нормативной и исследовательской базы, безусловно, преодолимы. Самое непосредственное участие в разработке новых стандартов, активизации просветительской работы, усилении интеграции европейского опыта должны сыграть и деловые науки, и производители пенополистирола, и представители строительного сообщества, опыт которых может служить превосходным мотиватором для совершенствования этой индустрии на благо жителей нашей страны.

Михаил Леонидович Кербер, доктор химических наук, профессор кафедры переработки пластмасс РХТУ им. Д. И. Менделеева, Вадим Гингорьевич Хозин, доктор технических наук, зав. кафедрой технологии строительных материалов, издатель «Строительная газета» Казанского ГАСУ