

Б.С. БАТАЛИН, д-р. техн. наук, действительный член РАЕ, Пермский государственный технический университет; Л.Д. ЕВСЕЕВ, д-р техн. наук, председатель комиссии по энергосбережению РОИС (Самарское отделение), советник РААСН, почетный строитель

Эксплуатационные свойства пенополистирола вызывают опасения

Известно, что большая часть тепловой энергии, получаемой зданием, отдается в атмосферу. В 70-х гг. прошлого века это было известно специалистам космической разведки, ведущим фотографирование земной поверхности в инфракрасных лучах. Города Советского Союза «светились» в инфракрасных лучах и зимой, и летом, и днем, и ночью.

Мы расточительны не по средствам: наши дома, теплотрассы, производственные помещения в самом прямом смысле обогревают атмосферу. Если в США теплотери в расчете на один квадратный метр жилья составляют в среднем 30 Гкал, а в Германии от 40 до 60, то в России около 600!

Когда в середине 70-х гг. прошлого века случился первый мировой энергетический кризис, во многих странах развернулись широкомасштабные работы по повышению уровня тепловой защиты зданий.

До 70% тепловой энергии из каждого здания и до 40% тепловой энергии из трубопроводов уходит в атмосферу. Таким образом, из 10 железнодорожных вагонов угля семь перевозятся только для того, чтобы обогреть окружающий воздух.

С такими потерями тепловой энергии нельзя было более мириться, особенно при переходе на рыночные отношения. Это стало толчком для выхода Федерального закона «Об энергосбережении» и введения Приложения № 3 к СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника», которое трансформировалось в дальнейшем в СНиП 23-02-03 «Тепловая защита зданий».

Введение новых нормативных требований по теплозащите наружных ограждающих конструкций повлекло значительное увеличение нормируемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций (R_0) с 0,9 до 3,19 м²·К/Вт в Самарской области. Аналогичное увеличение нормируемого сопротивления теплопередаче произошло во всех регионах страны. Условия второго этапа (с 2000 г.) предусматривали увеличение значений этих требований в 3,5 раза. В дальнейшем во многих регионах страны были выпущены территориальные строительные нормы, что позволило R_0 увеличить лишь в 1,8–2,2 раза для средней полосы России. Такие же требования отражены в СТО 00044807-001–2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий», выпущенном в соответствии с ФЗ «О техническом регулировании» и введенном в действие с 1 марта 2006 г.

Введение новых требований по теплозащите зданий привело к широкому использованию различных теплоизоляционных материалов. Самую большую нишу – до 80% занял наиболее распространенный в настоящее время теплоизоляционный материал пенополистирол, являющийся одним из представителей класса пенопластов. В стране появилось много предприятий, изготавливающих этот материал. Нередко его стали изготавливать кустарным образом. Пенополистирол (ППС) применяют как для наружной теплоизоляции ограждающих конструкций зданий, так и изнутри, а также при использовании колодезной и слоистой кладки.

Все разновидности ППС – беспрессовый, прессовый, экструзионный имеют одинаковый химический состав основного полимера – полистирола и могут различаться по химическому составу лишь добавками: порообразователями, пластификаторами, антипиренами и др.

Как правило, при беспрессовом методе изготовления ППС-плит получаемый теплоизоляционный материал имеет более низкую плотность, в среднем 17 кг/м³. При прессовом методе и при экструзии ППС-плит их плотность составляет 35–70 кг/м³.

Широкое применение ППС при теплоизоляции стен изнутри привело к быстрому накоплению влаги между ограждающей конструкцией и утеплителем, появлению плесневых грибов, а в дальнейшем к заболеванию проживающих в таких домах людей. Многочисленные жалобы в связи с образованием плесневых грибов инициировали отправку во все регионы письма (исх. № 24-10-4/367 от 5 марта 2003 г.) руководителя Главэкспертизы РФ следующего содержания: «...утепление наружных стен с внутренней стороны плитным или рулонным утеплителем категорически недопустимо, поскольку такие решения вызывают ускоренное разрушение ограждающих конструкций за счет их полного промерзания и расширения микротрещин и швов, а также приводят к образованию конденсата и соответственно к замачиванию стен, полов, электропроводки, элементов отделки и утеплителя».

Аналогичная ситуация наблюдается при наружной теплоизоляции зданий и при использовании колодезной кладки, что нашло отражение в различных исследовательских материалах, опубликованных в печати.

Целью данной статьи является не исследование различных конструктивных решений с использованием ППС, а ознакомление широкого круга читателей с результатами исследований свойств популярного в настоящее время утеплителя – ППС, выполненных независимыми исследователями. Важно это еще и потому, что в средствах массовой информации идет интенсивная его реклама. Какими только прекрасными качествами не характеризуют различные фирмы и авторы ППС: и высочайшие теплоизоляционные свойства, и пожаробезопасность, а долговечность такая, что можно не беспокоиться 50–70 лет (а в одной рекламе 120 лет), и полная экологическая безопасность, как будто ППС выделяет в процессе эксплуатации чистейший кислород и другие полезные компоненты.

К сожалению, в научной литературе невозможно найти подтверждение большинству из указанных свойств. Информация о свойствах ППС уже много лет публикуется исследователями в научно-технических изданиях, обсуждается на круглых столах. Эта правдивая информация нередко подтверждается и самими его изготовителями. Однако эти высказывания дополняются присказкой: рядовой потребитель этого знать не должен.

Считаем безнравственным, когда заказчик, покупая ППС и используя его при строительстве зданий или при

утеплении только квартиры, лишается полной информации о негативных свойствах широко применяемого в стране теплоизоляционного материала. Это прямое нарушение Конституции РФ, в ст. 42 которой говорится: «Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью и имуществу экологическим правонарушением», — а Гражданский кодекс (ст. 1) основывается на «необходимости беспрепятственного осуществления гражданских прав».

Нашей задачей является довести до заказчика, покупателя, дольщика правду о физико-технических и экологических характеристиках ППС. При этом будут учтены мнения различных ученых-исследователей.

Производителей ППС и тех, кто способствует его широкому применению, не заботит вопрос о защите потребителя, то есть жильцов, где утеплителем здания является ППС.

Нами вопрос ставится в другой плоскости: если использование ППС в жилищном строительстве представляет опасность, то целесообразно разработать меры защиты от нее.

Главный недостаток ППС — слабая изученность как строительного материала.

Принимать решение о возможности использования ППС остается только за покупателем или заказчиком, которые должны знать, что их может ждать в будущем при применении ППС. Необходимо отметить, что теплоизоляционные свойства у ППС очень неплохие в момент испытаний после его изготовления. Но на этом все достоинства заканчиваются.

У ППС существуют три неотъемлемых отрицательных свойства, исходящих из его природы, к которым надо относиться осторожно, с пониманием этих процессов. Это пожарная опасность, недолговечность и экологическая небезопасность. Эти свойства требуют дополнительных исследований.

И не правы некоторые производители ППС, которые считают, что, предав гласности сведения о его свойствах, ученые нанесут ущерб деловой репутации этих предприятий.

В рекламно-информационных публикациях, посвященных ППС, авторы, описывая пожарно-технические свойства этих материалов, лукавят, утверждая, что ППС определенных видов не горит или самостоятельно затухает. Согласно стандартной методике главное при квалификации строительных материалов на пожарную опасность заключается в учете убыли массы при нагревании на воздухе. Поэтому в соответствии с официальной классификацией стройматериалов по пожарной опасности все без исключения марки ППС относятся к классу горючих материалов.

На практике проблема пожарной опасности ППС обычно рассматривается с двух точек зрения — опасности собственно горения материала и опасности продуктов термического разложения и окисления материала [1]. В [2] утверждается, что основным поражающим фактором пожаров являются летучие продукты горения. В среднем только 18% людей гибнет от ожогов, остальные — от отравления в сочетании с действием стресса, тепла и др. Даже при сравнительно небольшом пожаре в помещении, насыщенном полимерными материалами, происходит быстрая гибель находящихся там людей главным образом от отравления ядовитыми летучими продуктами.

В приведенном отчете Российского научно-исследовательского центра пожарной безопасности ВНИИПО МВД РФ об испытаниях на пожарную опасность ППС указано, что значение показателя токсичности образцов близко к граничному значению класса высокоопасных материалов.

Эти известные в специальной литературе факты периодически подтверждаются новыми конкретными примерами в средствах массовой информации. В газете «Местное время» (Лерина Н. Качество безопасности. Пермь, 2001, № 4, С. 7) приводится пример пожара в жилом доме: «Во время пожара погибла женщина. Парадокс ситуации в том, что возгорание произошло в квартире, расположенной двумя этажами выше. Причиной смерти стал токсичный дым пенополистирола».

Очевидно, одной из главных опасностей, возникающих при использовании ППС при утеплении жилых зданий, является то, что это горючий материал, который имеет высокую токсичность и дымообразующую способность. К тому же продукты горения ППС серьезно отравляют окружающую среду даже на большом расстоянии от места пожара.

Важное значение имеет толщина слоя теплоизоляции из ППС. В некоторых европейских странах толщина теплоизоляционного слоя из ППС не превышает 3,5 см. Ведь чем тоньше слой горючей теплоизоляции, тем она безопаснее в пожарном отношении. В нашей стране во многих системах слой теплоизоляции из ППС достигает 10–30 см.

Так как пенопласты имеют максимально возможную поверхность контакта с кислородом воздуха, то и окисляться они будут с наибольшей скоростью по сравнению с аналогичными, но монолитными массивными полимерами. Поэтому для любого пенопласта неизбежно следует предположить некое конечное и весьма ограниченное время эксплуатации, когда его эксплуатационные свойства будут еще в допустимых пределах. Естественно, что с ростом температуры скорость окисления будет только возрастать. Поэтому все пенопласты являются пожароопасными материалами. И если пенопласты неизбежно окисляются даже при комнатной температуре, то продукты такого окисления негативно воздействуют на окружающую среду.

Обсуждать это очевидно нецелесообразно, так как закон природы не зависит от нашего мнения. Если мы не можем ему противостоять, значит, существует один путь — обойти его. Найти средства защиты от ядовитых выделений обязательно придется, так как миллионы людей уже живут в таких квартирах. Пока не найдем противостояния, лучше найти ППС достойную замену.

В условиях естественной эксплуатации ППС (колебание температуры -30 – $+30^{\circ}\text{C}$, отсутствие света и прямого попадания осадков) подвергается химическому действию кислорода воздуха. При этом в окружающую среду выделяются бензол, толуол, этилбензол, а также ацетофенон, формальдегид, метиловый спирт. Кроме того, особенно в начальный период эксплуатации, выделяется стирол как следствие неполной полимеризации. По данным ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены» (Республика Беларусь), только для стирола разных производителей при 80°C ПДК превышает от 22 до 525 раз, при 20°C — от 3,5 до 66,5 раз.

С точки зрения теплофизики полимерные утеплители действительно самые эффективные теплоизоляторы. Это было бы бессмысленно отрицать. Но когда речь идет о жилье, о таком продукте строительного производства, с которым человеку предстоит общаться ежедневно много часов в течение десятилетий, одних, даже самых фантастических, теплофизических свойств слишком мало. Здесь главное — безопасность, долговечность, ремонтпригодность.

Отдельные признаки влияния свойств ППС на строителей уже наблюдаются.

Некоторые строительные фирмы, заботясь о своем авторитете, стали искать другие материалы и другие методы теплоизоляции зданий, в первую очередь жилых. Строители стали задумываться об экологической без-

опасности, пожаробезопасности и долговечности ППС. Основным поставщиком ППС в Самарской области является региональное предприятие, которое в основном выпускает ППС марки 25 плотностью 15,1–25 кг/м³. Несмотря на рекомендации СП 12-101–98, редакции СНиП по строительной теплотехнике 1982 г. о применении ППС плотности не менее 40 кг/м³, проектные организации в угоду заказчику пишут «марка 25». Некомпетентный человек считает: марка 25 означает плотность 25 кг/м³. Однако в технических условиях марка 25 соответствует плотности 15,1–25 кг/м³. Естественно, предприятие-изготовитель при заявке марка 25 будет предоставлять ППС самой низкой плотности – 15,1 кг/м³, так как в этом случае прибыль будет максимальной. Таким образом, на стройку законно попадает ППС низкой плотности, то есть плотности упаковочного ППС. К чему это приводит, уже видно на фасадах утепленных им зданий.

Каждый потребитель должен знать об изменении эксплуатационных свойств ППС со временем, о его деградации. Платятся значительные суммы, чтобы купить квартиру, коттедж, и надеется, что эта недвижимость послужит ему всю жизнь и передастся по наследству.

Целью решения правительства об утеплении ограждающих конструкций зданий является экономия тепловой энергии. Но вот после более чем десяти лет экономии (с 1996 г.) многие строители пришли к выводу, что фактически за счет некомпетентного применения утеплителей экономии не происходит. При применении некоторых систем, в основном включающих ППС, между стеной и утеплителем имеет место воздушная прослойка и стена в процессе эксплуатации становится не теплоизолирующей, а наоборот, теплопроводящей, так как при некоторых способах утепления она становится физически неоднородным телом. Теплоизоляционный пирог зачастую состоит из 7–8 различных по своей природе материалов и внутри его появляется поверхность раздела между материалами с разной паропроницаемостью. На этой поверхности начинает накапливаться влага, которая пропитывает более плотный материал, и его теплопроводность сильно возрастает. Конденсат образуется в воздушных пустотах между стеной и теплоизоляционным материалом. Вся полученная ранее экономия тепла съедается теперь повышенным расходом его для поддержания в помещении комфортной нормативной температуры [3].

Результаты обследования зданий и сооружений с наружными стенами, утепленными ППС, показывают, что этот теплоизоляционный материал имеет ряд физических и химических особенностей, которые не учитываются проектировщиками, строителями и службами, ответственными за их эксплуатацию. Поэтому наша страна терпит крупные материальные издержки. Изменение теплозащитных свойств ППС во времени подтверждается и широким диапазоном сроков службы, необоснованно установленных производителями в пределах 15–60 лет на ППС как материал без учета отличия при разной его плотности физических свойств. Официально утвержденной методики определения долговечности ППС-плит и ограждающих конструкций с их применением не существует. Основным препятствием в ее разработке является неординарное поведение ППС в условиях эксплуатации. Например, стабильность его теплофизических характеристик во времени в большой степени зависит от технологии изготовления и совместности с другими строительными материалами в конструкциях стен и покрытий. Нельзя не учитывать воздействия ряда случайных эксплуатационных факторов, ускоряющих естественный процесс деградации ППС. Даже поведение при пожаре значительно отличает его от других теплоизоляционных материалов [4, 5].

Установлено, что прочность образцов, отобранных из стен эксплуатируемых зданий, несколько ниже, чем образцов, взятых непосредственно с завода. При этом очень трудно оценить, как изменилась плотность побывавших в эксплуатации образцов, в связи с отсутствием первичных данных, соответствующих времени ввода зданий в эксплуатацию. Снижение прочности образцов в процессе эксплуатации более значительно при плотности ниже 40 кг/м³. Зафиксированы случаи, когда значения коэффициентов теплопроводности ППС за 7–10 лет эксплуатации конструкций возросли в 2–3 раза. Это, как правило, связано с нарушением технологического регламента при производстве строительных работ или с применением несовместимых с ППС материалов, а также с применением для ремонта стен красок, содержащих летучие углеводородные соединения.

Результаты экспериментов позволяют утверждать, что заложенные в ГОСТ 15588–86 «Плиты пенополистирольные» требования к водопоглощению, фиксирующие максимальное содержание влаги за 24 ч в пределах 36–267 мас. %, или соответственно 1,8–4 об. %, при плотности 15–50 кг/м³, не отвечают качественному уровню современных ППС-плит и тем более реальным условиям технической эксплуатации. Необходимо пересмотреть ГОСТ с внесением в него дифференциальных требований по этому физическому параметру с учетом метода изготовления ППС-плит.

Значительные изменения теплотехнических свойств ППС-плит происходят в результате нарушения технологического регламента при производстве строительных работ. Это хорошо демонстрируется на примере возведения подземного торгового комплекса в Москве. На втором году эксплуатации торгового комплекса на внутренней поверхности подвесных потолков помещений появились следы протечек. Было принято решение вскрыть покрытие с целью замены гидроизоляционного ковра. В конструктивном решении покрытия предусматривалось устройство гидроизоляционного ковра из геокрепеновой мастики. Основой этой мастики являются битум и синтетический хлоропреновый каучук, растворенные в органических растворителях. По этому слою уложены ППС-плиты. При вскрытии покрытия обнаружено, что на большинстве плит имеется значительное число раковин и трещин. Основной причиной их разрушения следует считать активное выделение и воздействие на утеплитель летучих веществ из мастики, ускоряющих деструкционные процессы ППС. Выделение летучих веществ из битума как компонента мастики, в процессе эксплуатации затухает, но не останавливается полностью.

Исследования, выполненные учеными НИИСФ (Москва) на образцах ППС-плит, отобранных из покрытия, показали, что их толщина изменилась от 77 до 14 мм, то есть отклонение от проектного значения, равного 80 мм., составило от 4 до 470%. При этом плотность ППС в зоне самой тонкой части плиты увеличилась до 120 кг/м³, что вызвало изменение теплопроводности материала в сухом состоянии с 0,03 до 0,07 Вт/(м·К). Термическое сопротивление теплоизоляционного слоя покрытия в зоне чрезмерной деструкции ППС-плит стало составлять 0,32 м²·К/Вт, что отличает его от проектного значения, равного 2,7 м²·К/Вт, более чем в 8 раз [3].

Таким образом, ППС-материалы при работе в наружных ограждающих конструкциях представляют эффективную теплоизоляцию, подверженную изменению в результате естественной замены газа в порах на воздух на стадиях изготовления панелей, воздействия несовместимых материалов и случайных эксплуатационных факторов. Поэтому естественный процесс старения ППС, медленно происходящий во времени, сильно ускоряется. Наблюдается резкое снижение физико-ме-

ханических свойств не только ППС-плит, но и прилегающих материалов.

До введения новых норм по теплоизоляции ограждающих конструкций жилых зданий проблема методики оценки долговечности ППС не стояла из-за малого объема его применения.

Согласно новым нормативам толщину ППС-слоя в стенах и панелях с гибкими металлическими связями приходится увеличивать соответственно до 15–30 см. При повышенной толщине утеплителей в стенах возрастают усадочные явления и температурные деформации, что приводит к образованию трещин, разрывам контактных зон с конструкционными материалами, изменяется воздухопроницаемость, паропроницаемость, и в конечном счете снижаются теплозащитные качества наружных ограждающих конструкций. В северных районах страны с коротким холодным летом стены с увеличенной толщиной теплоизоляции не успевают войти в квазистационарное влажностное состояние, что приводит к систематическому накоплению влаги и ускоренному морозному разрушению, снижению срока службы и более частым капитальным ремонтам.

При активном применении ППС в многослойных строительных конструкциях совершенно не принимается во внимание значительное несоответствие сроков службы утеплителя и зданий, в ограждающих конструкциях которых он замурован. По данным [6], срок службы ППС без изменения свойств составляет величину порядка 4–5 лет. Автор статьи [7] приводит результаты расчета критического срока выработки ресурса ППС фирмы ОАО СП «Тиги-Кнауф». По их данным, этот срок составляет 14–20 лет в различных условиях эксплуатации при нормативном сроке эксплуатации дома 150 лет. Аналогичные данные, свидетельствующие о недолговечности ППС как теплоизоляционного материала в жилых домах, приведены и в других работах.

Со временем приходит истинное понимание серьезных недостатков и даже вреда ППС, особенно для будущих поколений. Интерес научной и строительной обществности к поднятой проблеме значительно возрастает. Появляется все больше публикаций на эту тему. Стало проводиться больше исследований действительной работы ППС-плит и конструкций, где они применяются. Чаще звучит тревога самих проектировщиков и строителей по поводу слабой изученности ППС.

К сожалению, производители ППС, их деловые партнеры, а также поддерживающие их государственные чиновники не перестают утверждать, что ППС — идеальный утеплитель. Признать, что выпускаемая продукция вредна для здоровья потребителя, было бы легко и просто, если бы за этой продукцией не лежали «чемоданы» денег, акций, дивидендов. Это сложнее обычной простой порядочности. Поэтому делаются широковетательные и совершенно бездоказательные заявления об экологической чистоте, потрясающей долговечности ППС. Совершенно не важно, что это никак не подтверждается никакими научными исследованиями, результатами анализов, испытаний. Обычно приводится пример, согласно которому ППС в некоей стене прослужил, например, 20 лет и не претерпел никаких изменений. Как правило, такие заявления никакими документами не подтверждаются. Часто приводятся данные рекламных публикаций, взятых на выставках и из Интернета.

Прогноз долговечности ППС, полученный по методам разных авторов, дает разительное расхождение результатов — от 10–12 до 60–80 лет. Каких-либо доказательств в пользу больших сроков пока нет. А вот доказательства в пользу малых сроков очень много. И их становится все больше.

Производители ППС и те, кто способствует его широкому применению, хотят, чтобы потребитель не знал, что с этими утеплителями происходят необратимые изменения. И поэтому их не заботит вопрос о защите потребителя, то есть жильцов таких домов, где утеплителем является ППС.

Ученые ставят вопрос именно так: есть опасность — надо разрабатывать меры по защите от нее. Вот тогда ППС может стать действительно идеальным утеплителем.

Это нужно выполнить как можно оперативнее в преддверии одобренного в первом чтении Госдумой РФ проекта Федерального закона «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности», который в ближайшее время будет принят окончательно.

Выводы

Необходимо к конструкциям, содержащим ППС любого типа, предъявить жесткие требования по ремонтпригодности, установив, что применение ППС в недопустимых для его замены местах зданий недопустимо.

При повышении температуры выше допустимого предела 85–90°C ППС, по данным ЦГСЭН Пермской области, начинает выделять ряд токсичных веществ, которые в случае пожара могут оказаться опасными для жизни людей.

Продолжительность процессов деструкции ППС занимает от года до двух десятков лет. Поэтому определить количество продуктов деструкции при современном уровне знаний процессов не представляется возможным.

Огневые испытания показали, что самозатухающий ППС ведет себя в штукатурной системе утепления точно так же, как и обычный ППС.

Необходимо полностью отказаться от применения ППС плотностью ниже 40 кг/м³.

Необходимо запретить теплоизоляцию ограждающих конструкций с внутренней стороны, что часто делают дольщики с последующим покрытием гипсокартонном, плитами ППС.

Заказчик, потребитель должны знать об эксплуатационных свойствах самого распространенного теплоизоляционного материала — пенополистирольного пенопласта. Это дает возможность любому человеку задуматься о дальнейшем применении пенополистирола в строительной конструкции и принять оптимальное для себя решение.

Список литературы

1. *Мадорский С.* Термическое разложение органических полимеров. М.: Мир. 1977. 328 с.
2. *Васильев Г.А., Бояркина В.В., Лапунова С.В.* Полимерные материалы и пожар // Мост. 1999. № 7. С. 39–40.
3. *Жуков В.И., Евсеев Л.Д.* Сколько стоят плесень и низкая квалификация // Строй-Инфо. Самара. 2005. № 5. С. 8–12.
4. *Ананьев А.А., Голева Т.Н., Ананьев А.И.* Долговечность и теплозащитное качество наружных ограждающих конструкций, утепленных пенополистиролом. VII научно-практической конференции «Актуальные проблемы строительной теплофизики». М: НИИСФ., 2002.
5. *Павлов Н.Н.* Старение пластмасс в естественных и искусственных условиях. М.: Химия, 1982. 224 с.
6. *Ясин Ю.Д., Ясин В.Ю., Ли А.В.* Пенополистирол. Ресурс и старение. Долговечность конструкций // Строит. материалы. 2002. № 5. С. 33–35.
7. *Лудиков В.И.* Какие утеплители нам предлагают // Мост. 1997. № 12. С. 46–47.