

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПЕНОПОЛИСТИРОЛА ВЫЗЫВАЮТ ОПАСЕНИЯ

Баталин Б.С., докт. техн. наук, профессор
кафедры строительных материалов и специальных технологий Пермского государственного
технического университета, действительный член РАЕ

Евсеев Л.Д., докт. техн. наук, Председатель комиссии
по энергосбережению РОИС (Самарское отделение), Советник РААСН, Почётный строитель

В статье подвергается сомнению массовый рекламный материал о замечательных свойствах пенополистирола, его долговечности, пожарной и экологической безопасности. К сожалению, бездоказательная и широковещательная реклама свойств пенополистирола никак не подтверждается научными исследованиями, результатами анализа и испытаний. В научной литературе нет подтверждения большинства указываемых в рекламных материалах положительных свойств пенополистирола.

В данной статье обобщены исследования учёных одного из самых применяемых при теплоизоляции зданий теплоизоляционных материалов - пенополистирола.

Производители пенополистирола и те, кто способствует его широкому применению, хотят чтобы потребитель не знал, что с пенополистиролом со временем происходят непоправимые вещи. Их не заботит состояние наружного утепления зданий после окончания гарантийного срока, т.е. как правило, через 5 лет! В этом случае в дальнейшем невозможно будет избежать социальных волнений.

Нами вопрос ставится в другой плоскости: если использование пенополистирола в жилищном строительстве представляет опасность – деструкция материала в течение короткого времени под действием кислорода воздуха даже при обычной температуре, значительное превышение концентрации ядовитых веществ над ПДК, содержание в дыме при пожаре ядовитых органических соединений, недолговечность (значительно ниже срока службы здания), пожарная опасность – следовательно, целесообразно разработать меры защиты от этих опасностей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПЕНОПОЛИСТИРОЛ, СТИРОЛ, ДЕСТРУКЦИЯ ПОЛИМЕРА, ДОЛГОВЕЧНОСТЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ, КОНЦЕНТРАЦИЯ, ТОКСИЧНОСТЬ, ПОЖАРООПАСНОСТЬ, ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА, ТЕРМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ.

РЕЦЕНЗИЯ

на статью Баталина Б.С. и Евсеева Л.Д. «Эксплуатационные свойства пенополистирола вызывают опасения»

Рецензируемая статья Баталина Б.С. и Евсеева Л.Д. представляет интерес для широкого круга строителей и научных работников. Среди других материалов пенополистирол, как теплоизоляционный материал, получил наибольшее распространение и широко применяется в практике строительства. Авторы статьи провели глубокие исследования свойств пенополистирола и

обобщили большое количество работ, выполненных другими учеными в этой области. Они не оспаривают достоинства пенополистирола как высокоэффективного теплоизоляционного материала. В то же время авторы статьи дают жесткую и справедливую оценку его отрицательных свойств, к которым следует отнести недолговечность, пожароопасность и экологическую опасность. Рецензент, имея некоторый личный опыт в области долговечности строительных материалов, согласен с такой оценкой авторов. В разное время в НИИ строительной физики работали многие специалисты по долговечности строительных материалов и конструкций, которые также отмечали, что долговечность этого материала и других теплоизоляционных материалов, как правило, не превышает 30 лет.

Бесспорным другим фактором является и то, что при горении пенополистирол выделяет вредные для человека вещества, которые приводят к смертельному исходу.

В тексте статьи при анализе тех или иных свойств пенополистирола имеются излишние повторы, которые желательно устранить.

По мнению рецензента авторы статьи проделали большую и плодотворную работу. Статью следует опубликовать в открытой печати.

Зав. лабораторией теплофизики и строительной климатологии НИИСФ д.т.н., проф.

Савин В.К.

Как известно, до 70 % тепловой энергии, получаемой зданием, отдаётся в атмосферу. В 70-х годах 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 днём и ночью. Противоположная картина наблюдалась при фотографировании городов Западной Европы, США, Канады и других стран.

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

Когда в середине семидесятых годов 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» атмосферу!

С такими потерями тепловой энергии нельзя было мириться в дальнейшем, особенно при переходе на рыночные отношения. Это стало толчком для выхода Федерального закона «Об энергосбережении» и разработки и введения Приложения № 3 к СНиПу II-3-79 «Строительная теплотехника».

Последний нормативный документ трансформировался 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 $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ в Самарской области. Аналогичное увеличение нормируемого сопротивления теплопередаче произошло во всех регионах страны. Условия второго этапа (с 2000 г.) предусматривали увеличение значения этих требований в 3,5 раза (!). Правда, во многих регионах страны в дальнейшем 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 Стандарт организации «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий» (выпущен в соответствии с ФЗ «О техническом регулировании» и введён 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 распространённый в настоящее время теплоизоляционный материал – пенополистирол, являющийся одним из представителей класса пенопластов. Появилось в стране много предприятий, изготавливающих этот материал. Нередко его стали изготавливать кустарным образом. Пенополистирол стал применяться как для наружной теплоизоляции ограждающих конструкций зданий, так и изнутри, и при использовании колодцевой и слоистой кладок.

Все разновидности пенополистиролов – 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 пенополистирольных плит имеем более низкую плотность получаемого теплоизоляционного материала, в среднем 17 кг/м^3 . При прессовом методе и методе экструзии пенополистирольные плиты имеют плотность $35-70 \text{ кг/м}^3$.

Широкое применение пенополистирола при теплоизоляции стен изнутри привело к быстрому накоплению влаги между ограждающей конструкцией и утеплителем, к появлению плесневых грибов, а в дальнейшем к заболеванию проживающих в таких домах людей. Многочисленные жалобы в связи с образованием плесневых грибов инициировало 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 счёт их полного промерзания и расширения микротрещин и швов, а также приводят к образованию конденсата и, соответственно, к замачиванию стен, полов, электропроводки, элементов отделки и самого утеплителя».

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

Целью данной статьи является не исследование различных конструктивных решений с использованием пенополистирола, а ознакомление широкого круга читателей с результатами исследований свойств популярного в

настоящее время утеплителя – пенополистирола, выполненных независимыми исследователями. Важно это ещё и потому, что в средствах массовой информации идёт интенсивная реклама пенополистирола. Какими только прекрасными качествами не характеризуется различными фирмами и авторами пенополистирол: и высочайшие теплоизоляционные свойства, и пожаробезопасность, и долговечность такая, что можно не беспокоиться 50-70 лет (а в одной рекламе 120 лет), и экологическая безопасность, как будто пенополистирол 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 пенополистирола уже много лет публикуется исследователями в научно-технических изданиях, обсуждается на «круглых столах». Эта правдивая информация нередко подтверждается и самими изготовителями пенополистирола. Однако, эти высказывания дополняются присказкой: **«рядовой потребитель этого знать не должен».**

Считаем безнравственным, когда заказчик, покупая пенополистирол и используя его при строительстве зданий или при утеплении только квартиры лишается полной информации о негативных свойствах широко применяемого в стране теплоизоляционного материала. Ведь это прямое нарушение Конституции Российской Федерации, в статье 42 которой говорится: **«Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о её состоянии и на возмещение ущерба, причинённого его здоровью и имуществу экологическим правонарушением»**, а Гражданский Кодекс основывается на **«необходимости беспрепятственного осуществления гражданских прав»** (ст. 1).

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

Производители пенополистирола и те, кто способствует его широкому применению, предлагают, чтобы потребитель не знал, что с этим утеплителем иногда случаются непоправимые вещи. И поэтому их не заботит вопрос о защите потребителя, то есть жильцов, где утеплителем здания является пенополистирол.

Нами вопрос ставится в другой плоскости: если использование пенополистирола в жилищном строительстве представляет опасность – деструкция материалов в течение короткого времени под действием кислорода воздуха даже при обычной температуре, значительное превышение концентрации ядовитых веществ над ПДК, содержание в дыме при пожаре ядовитых органических соединений, недолговечность (значительно ниже срока службы здания), пожарная опасность – следовательно целесообразно разработать меры защиты от неё.

Главный недостаток пенополистирола – его слабая изученность, именно, как строительного материала.

Принимать решение о возможности использования пенополистирола остаётся только за покупателем или заказчиком. Но они должны знать, что его может ждать в будущем при применении пенополистирола. Необходимо

отметить, что теплоизоляционные свойства у пенополистирола очень неплохие в момент испытаний после его изготовления. **Но на этом все достоинства и заканчиваются.**

У пенополистирола существуют три неотъемлемых отрицательных свойства, исходящих из его природы, к которым надо относиться просто осторожно, с пониманием этих процессов. Во-первых, это пожарная опасность. Во-вторых, это недолговечность. И в-третьих, это экологическая небезопасность. Эти свойства требуют дополнительных исследований.

И неправы некоторые производители пенополистирола, которые считают, что, придав гласности сведения о свойствах пенополистирола, ученые нанесут ущерб деловой репутации этих предприятий.

В рекламно-информационных публикациях, посвящённых пенополистиролу, их авторы, описывая пожарно-технические свойства этих материалов, в определённой мере лукавят, утверждая, что пенополистиролы определённых видов не горят или самостоятельно затухают. Однако, такое поведение этих материалов ещё не свидетельствует об их пожарной безопасности. Дело в том, что, согласно стандартной методике, главное при квалифицировании строительных материалов на пожарную опасность заключается в учёте убыли массы при нагревании на воздухе. Поэтому в соответствии с официальной классификацией стройматериалов по пожарной опасности все без исключения пенополистиролы относятся к классу горючих материалов.

Подробно вопросы термического разложения пенополистиролов рассмотрены в (Л6). На практике проблема пожарной опасности пенополистиролов обычно рассматривается с двух точек зрения: опасности собственно горения материала и опасности продуктов термического разложения и окисления материала. Например, в статье (Л 20) утверждается, что основным поражающим фактором пожаров являются летучие продукты горения. Авторы пишут, что в среднем только 18 % людей гибнет от ожогов, остальные – от отравления в сочетании с действием стресса, тепла и др. Имеются данные о том, что даже при сравнительно небольшом пожаре в помещении, насыщенном полимерными материалами, происходит быстрая гибель находящихся там людей главным образом от отравления ядовитыми летучими продуктами.

Исследования Российского научно-исследовательского центра пожарной безопасности ВНИИПО МВД РФ, представленные на сайте www.aab.ru/sertif однозначно говорят о высокой пожарной опасности пенопластов. Например, в приведённом отчёте об испытаниях на пожарную опасность пенополистирола указано, что значение показателя токсичности образцов **близко к граничному значению класса высокоопасных материалов.**

Эти известные в специальной литературе факты периодически материализуются во всех новых конкретных примерах, находящихся отражение в средствах массовой информации. Например, в газете «Местное время» (Лерина Н. Качество безопасности. Пермь, № 4, 2001 г., с. 7) приводится пример пожара в жилом доме. Автор пишет: **«Во время пожара погибла женщина. Парадокс ситуации в том, что возгорание произошло в квартире, расположенной двумя этажами выше. Причиной смерти стал токсичный дым пенополистирола».**

В репортаже, показанном по Екатеринбургскому телевидению (Е. Савицкая, М. Попцов. Телекомпания АСВ. Пожар в строящемся доме), было сказано, что «загорелось теплопокрытие из пенополистирола... Во время пожара обнаружили трупы двух мужчин. Они лежали на два этажа выше источника огня с признаками удушения от дыма». Авторы утверждают, что «пожарных заинтересовал полистирольный утеплитель, который сгорел в большом количестве и вызвал этот чёрный удушающий дым».

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

Важное значение имеет толщина слоя теплоизоляции из пенополистирола. В некоторых европейских странах толщина теплоизоляционного слоя из пенополистирола 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 пенополистирола достигает 10-30 см.

Чтобы понять достоинства материала, необходимо рассмотреть свойства пенополистирола с точки зрения физической химии. Вот как характеризует эти свойства А. А. Кетов, профессор-химик Пермского технического университета, член экспертного совета областного Комитета по охране природы.

«Прежде всего, по определению, пенопласты представляют из себя дисперсные полимерные системы. Поэтому неизбежно пенопласты не только являются органическими соединениями, но и имеют весьма высокую поверхность контакта с кислородом воздуха. Из курса химии известно, что возможность реакции определяется энергией Гиббса... Иными словами, если органическое соединение находится на воздухе, то оно будет неизбежно **окисляться** кислородом. Причём, так как пенопласты неизбежно имеют максимально возможную поверхность, то и окисляться они будут с максимальной 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 ещё в допустимых пределах. Естественно, что с ростом температуры скорость окисления будет только возрастать. Поэтому все пенопласты являются пожароопасными материалами. И, наконец, если пенопласты неизбежно окисляются даже при комнатных температурах, то продукты такого окисления негативно воздействуют на окружающую среду. Исходя из изложенного следует, что все пенопласты неизбежно обладают тремя **негативными эксплуатационными свойствами: недолговечностью, пожароопасностью и экологической небезопасностью**».

Обсуждать этот «вредный» закон, очевидно, нецелесообразно, т.к. закон природы не зависит от нашего мнения. Если мы не можем противостоять, значит существует один путь: обойти этот закон. Противостоять – найти средства защиты от ядовитых выделений – обязательно придётся, так как миллионы людей уже живут в таких квартирах. Пока не найдём противостояния, лучше **найти пенополистиролу достойную замену.**

Пенополистирол в условиях естественной эксплуатации на воздухе (колебания температуры от минус 30 до плюс 30°C, отсутствия света и прямого попадания осадков) подвергается химическому взаимодействию с кислородом воздуха. **При этом в окружающую среду выделяются бензол, толуол, этилбензол, а также ацетофенон, формальдегид, метиловый спирт.** Кроме того, в окружающую среду, особенно в начальный период эксплуатации, выделяется стирол как следствие неполной полимеризации, так и продукты деполимеризации. **Превышение концентрации над ПДК по данным ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены» (Республика Беларусь) только для стирола разных производителей при температуре 80°C составляет от 22 до 525 раз (!), при 20°C – от 3,5 до 66,5 раз (!).**

Парадокс в том, что 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 – здесь одних, даже самых фантастических теплофизических свойств, слишком мало. Здесь главное – безопасность, долговечность, ремонтпригодность.

Отдельные признаки влияния исследований учёных по отношению к пенополистиролу строителей уже наблюдаются.

Некоторые строительные фирмы, заботясь о своём авторитете, стали искать другие материалы и другие методы теплоизоляции зданий, в первую очередь жилых. Строители стали задумываться об экологической безопасности, пожаробезопасности и недолговечности пенополистирола. Что происходит в Самарской области? Основным поставщиком пенополистирола является одно из самарских предприятий, которое в основном выпускает пенополистирол марки 25, т.е. плотностью от 15,1 до 25,0 кг/м³. Несмотря на рекомендации нормативного документа СП 12-101-98, редакции СНиП по строительной теплотехнике 1982 г. о применении пенополистирола плотности не менее 40 кг/м³, проектные организации в угоду заказчику пишут «марка 25». Некомпетентный человек мыслит прямо: «марка 25» это значит плотность 25 кг/м³. Однако в технических условиях «марка 25» соответствует плотности от 15,1 до 25,0 кг/м³. Естественно, предприятие-изготовитель при заявке «марка 25» будет предоставлять пенополистирол самой низкой плотности - 15,1 кг/м³, т.к. в этом случае это предприятие будет иметь максимальную прибыль. Вот таким образом на стройку законно попадает пенополистирол низкой плотности, т.е. плотности упаковочного пенополистирола. К чему это приводит, уже видно на фасадах утеплённых пенополистиролом зданий.

А разве не должен знать каждый потребитель об изменении эксплуатационных свойств пенополистирола со временем, о деструкции пенополистирола? Не должен, а обязан! Он платит значительные суммы, чтобы купить квартиру, коттедж и надеется, что эта недвижимость послужит ему всю жизнь и передастся по наследству. Он должен знать, что согласно классической Энциклопедии полимеров происходит **«деструкция полимеров – разрушение макромолекул под действием тепла, кислорода, света, проникающей радиации, механических напряжений, биологических и других факторов. В результате деструкции уменьшается молекулярная масса полимера,**

изменяется его строение, физические и механические свойства, полимер становится непригодным для практического использования».

Таким образом, на воздухе при обычных температурах происходит обязательное изменение химического строения полимеров под воздействием кислорода воздуха, называемого окислительной деструкцией.

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 счёт некомпетентного применения утеплителей экономии-то как раз и не происходит. Мало того при применении некоторых систем, в основном с применением пенополистирола, между стеной и утеплителем имеет место воздушная прослойка и стена в процессе эксплуатации становится не теплоизолирующей, а наоборот – теплопроводящей. Дело в том, что при некоторых способах утепления стена становится физически неоднородным телом. Теплоизоляционный пирог зачастую состоит из 7-8 различных по своей природе материалов. Внутри него появляется поверхность раздела между материалами с разной паропроницаемостью. На этой поверхности начинает накапливаться влага (вода!). Вода пропитывает более плотный материал, и его теплопроводность сильно возрастает. Конденсат образуется в воздушных пустотах между стеной и теплоизоляционным материалом. Ну, и какая же теплозащита при низком термическом сопротивлении? Да, никакой. И вся полученная ранее экономия тепла «съедается» теперь повышенным расходом его для поддержания в помещении комфортной нормативной температуры.

Результаты обследования зданий с наружными стенами, утеплёнными пенополистиролом, показывают, что этот теплоизоляционный материал имеет ряд физических и химических особенностей, которые не учитываются проектировщиками, строителями и службами, ответственными за эксплуатацию зданий и сооружений. В результате этого наша страна терпит крупные материальные издержки. Одним из типичных примеров, как отмечает директор научного центра РОИС, д.т.н. А.И. Ананьев, может служить подземный торговый комплекс, возведённый в г. Москве на Манежной площади, где ошибки были допущены не только при разработке проекта покрытия комплекса, но и при выполнении строительных работ. В результате всего через 2 года эксплуатации покрытие пришлось капитально ремонтировать практически с полной заменой пенополистирольных теплоизоляционных плит. Основной причиной допускаемых просчётов является отсутствие необходимой информации в научно-технической литературе о поведении пенополистирола в конструкциях и изменении его теплозащитных свойств во времени. Это подтверждается и широким диапазоном сроков службы, необоснованно установленных производителями в пределах от 15 до 60 лет на пенополистирол как материал, часто с одинаковыми физическими свойствами. **При этом официально утверждённой методики определения долговечности пенополистирольных плит и ограждающих конструкций с его применением не существует.** Основным препятствием в её разработке является неординарное поведение пенополистирола в условиях эксплуатации. Например, стабильность его теплофизических характеристик во времени в большой степени зависит от технологии изготовления и совместимости с другими строительными материалами в конструкциях стен и покрытий. Нельзя не учитывать и

воздействия ряда случайных эксплуатационных факторов, ускоряющих естественный процесс деструкции пенополистирола. Даже поведение пенополистирола при пожаре значительно его отличает от других теплоизоляционных материалов.

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 от времени эксплуатации было более значительным при плотности пенополистирола ниже 40 кг/м^3 . Зафиксированы случаи, когда значения коэффициентов теплопроводности пенополистирола за 7-10 лет эксплуатации конструкций возросли в 2-3 раза. Это, как правило, связано с нарушением технологического регламента при производстве строительных работ или применением несовместимых с пенополистиролом материалов, а также применением для ремонта стен красок, содержащих летучие углеводородные соединения.

Экспериментальные результаты позволяют утверждать, что заложенные в ГОСТ 15588-86 «Плиты пенополистирольные» требования к водопоглощению, фиксирующие максимальное содержание влаги за 24 часа в пределах 36-267% по массе (или, соответственно, по объёму 1,8-4,0%) при плотности от 15 до 50 кг/м^3 , не отвечают качественному уровню современных пенополистирольных плит и, тем более, реальным условиям технической эксплуатации. Необходимо пересмотреть ГОСТ с внесением в него дифференциальных требований по этому физическому параметру, учитывающему методы изготовления пенополистирольных плит.

Значительные изменения теплотехнических свойств пенополистирольных плит происходят в результате нарушения технологического регламента при производстве строительных работ. Это хорошо демонстрируется на примере возведения подземного торгового комплекса в г. Москва. На втором году эксплуатации торгового комплекса на внутренней поверхности подвесных потолков помещений появились следы протечек влаги. 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, растворённые в органических растворителях. Полученная гидроизоляционная мастика при нанесении на железобетонное покрытие активно выделяет летучие химические вещества. По этому слою уложены пенополистирольные плиты. При вскрытии покрытия обнаружено, что на большинстве пенополистирольных плит имеется значительное число раковин и трещин. Основной причиной их разрушения следует считать активное выделение и воздействие на утеплитель летучих веществ из мастики. Это привело к ускорению деструкционных процессов пенополистирола.

Аналогичные ситуации могут наблюдаться повсюду, что вытекает из химической основы мастики, основным компонентом которой является мягкий битум, представляющий собой смесь летучих углеводородов. Выделение летучих веществ из битума в процессе эксплуатации затухает, но не

останавливается полностью. И пенополистирол в результате естественной деструкции выделяет бензол и толуол.

Исследования, выполненные учёными НИИСФ (г. Москва) на образцах пенополистирольных плит, отобранных из покрытия, показали, что их толщина стала составлять от 77 до 14 мм, т.е. отклонение от проектного решения, равного 80 мм., составило от 4 до 470 %. При этом плотность пенополистирола в зоне самой тонкой части плиты увеличилась до 120 кг/м^3 , т.е. более чем в 4 раза, что вызвало изменение теплопроводности материала в сухом состоянии с 0,03 до 0,07 Вт/(м²С). Термическое сопротивление теплоизоляционного слоя покрытия в зоне чрезмерной деструкции пенополистирольных плит стало составлять 0,32 м²С/Вт, что отличает его от проектного значения, равного 2,7 м²С/Вт, более чем в 8 раз(!).

Таким образом, пенополистирольные 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, выражающихся в применении для ремонтов фасадов красок, содержащих летучие углеводородные соединения. Таким образом, **на естественную деструкцию пенополистирола дополнительно накладываются влияния технологических и эксплуатационных случайных факторов. Поэтому естественный процесс старения пенополистирола, медленно происходящий во времени, сильно ускоряется.**

При ускорении окислительного или теплового процессов создаются возможности протекания разнообразных химических реакций в результате чего наблюдается резкое снижение физико-механических свойств не только пенополистирольных плит, но и прилегающих материалов. Хорошим примером этого процесса служат покрытия зданий и сооружений, в которых применяются гидроизоляционные материалы, несовместимые по своей химической основе с пенополистиролом. В условиях эксплуатации они выделяют летучие химические вещества. В результате разрушается не только теплоизоляционный материал, но и пароизоляционный ковёр. **В этом случае предсказание срока службы пенополистирольных плит как теплоизоляционного материала из-за случайных факторов воздействия в наружном ограждении сильно затруднено.**

До введения новых норм по теплоизоляции ограждающих конструкций жилых зданий проблема методики оценки долговечности пенополистирола не стояла из-за малого объёма его применения. Например, в трёхслойных железобетонных панелях и стенах с гибкими металлическими связями было достаточным иметь толщину пенополистирольных плит 4-9 см в зданиях, возводимых практически по всей России от Краснодара до Якутска. И, как правило, в капитальных жилых и общественных зданиях пенополистирол применялся в редких случаях.

Согласно новым нормативам толщину пенополистирольного 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 конструктивными

материалами, изменяется воздухопроницаемость, паропроницаемость и, в конечном счёте, 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 пенополистирола в многослойных строительных конструкциях совершенно не принимается во внимание значительное несоответствие сроков службы утеплителя и зданий, в ограждающие конструкции которых замурован пенополистирол. По данным (9) срок службы пенополистирола без изменения свойств составляет величину порядка 4-5 лет. Авторы статьи (17) приводят результаты расчёта критического срока выработки ресурса пенополистирола фирмы ОАО СП «Тиги-Кнауф». **По их данным этот срок составляет от 14 до 20 лет в различных условиях эксплуатации этого утеплителя. При этом нормативный срок дома составляет 150 лет.** Аналогичные данные, свидетельствующие о недолговечности пенополистирола как теплоизоляционного материала в жилых домах, приведены и в других работах.

Со временем к нам приходит истинное понимание серьёзных недостатков и даже вреда пенополистирола, особенно для будущих поколений. Значительно возрастает интерес научной и строительной общественности к поднятой проблеме. Появляется всё больше публикаций на эту тему. Стало проводиться больше исследований действительной работы пенополистирольных плит и конструкций, где они применяются. Чаще звучит тревога самих проектировщиков и строителей по поводу слабой изученности пенополистирола.

К сожалению, производители пенополистирола, их деловые партнёры, а также поддерживающие их государственные чиновники не перестают утверждать, что пенополистирол – это идеальный утеплитель. Можно понять этих людей: ведь признать, что твоя продукция вредна для здоровья потребителя было бы легко и просто, если бы за этой продукцией не лежали «чемоданы» - как говорил наш бывший вице-президент – денег, акций, дивидендов. Это труднее обычной простой порядочности. Поэтому делаются широковещательные и совершенно бездоказательные заявления об экологической чистоте, о потрясающей долговечности пенополистирола. Совершенно не важно, что эти рассказы никак не подтверждаются никакими научными исследованиями, результатами анализов, испытаний. Обычно приводится пример, согласно которому пенополистирол в некой стене прослужил 20 (варианты 15, 17) лет и не претерпел никаких изменений. Как правило, такие заявления никакими документами не подтверждаются. Обычно приводят данные рекламных публикаций, взятых на выставках и из Интернета, где на основании испытаний неких образцов материала прогнозируется его долговечность в 40, 60, 80 и даже 120 лет.

Прогноз долговечности пенополистирола, полученный по методам разных авторов, даёт разительное расхождение результатов – от 10-12 до 60-80 лет(!). Каких-либо доказательств в пользу больших сроков пока нет. А вот доказательств в пользу малых сроков – очень много. И их становится всё больше.

Производители пенополистирола и те, кто способствует его широкому применению, хотят, чтобы потребитель не знал, что с этими утеплителями случаются непоправимые вещи. И поэтому их не заботит вопрос о защите потребителя, то есть жильцов таких домов, где утеплителем является пенополистирол.

А учёные ставят вопрос именно так: **есть опасность – надо разрабатывать меры по защите от неё. Вот тогда пенополистирол может стать действительно идеальным утеплителем.**

И это нужно сделать 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

По результатам экспертных исследований, экспертизы научно-технических источников и нормативных документов можно сделать следующие выводы:

1. В настоящее время для утепления ограждающих конструкций жилых и промышленных зданий используются три основных разновидности пенополистирола: беспрессовый, прессовый и экструзионный. Все разновидности имеют одинаковый химический состав основного полимера - полистирола и могут различаться по химическому составу лишь добавками: порообразователями, пластификаторами, антипиренами и др.

2. Сведения о свойствах пенополистирола, приводимые в рекламных изданиях, часто сильно преувеличивают прогнозируемые сроки службы пенополистирола, не соответствуют реальной экологической и пожарной безопасности материала.

3. В настоящее время не существует общепризнанной методики прогноза долговечности пенополистирола, используемого в качестве утеплителя строительных объектов.

4. Свойства пенополистирола меняются от воздействия неконтролируемых случайных факторов, и **выбор данного материала в качестве утеплителя экономически не выгоден (при эксплуатации здания более 10 лет)** и потенциально опасен. Физико-механические свойства пенополистирольных утеплителей - прочность, плотность, теплопроводность, водопоглощение, - зависят от способа производства и изменяются с течением времени под воздействием природных, технологических и эксплуатационных воздействий.

5. В настоящее время **в научной литературе нет подтверждений большинства указываемых в рекламных материалах положительных свойств пенополистиролов.**

6. **Особенностью горения пенополистиролов является содержание в дыме ядовитых органических соединений.** По заключению Российского научно-исследовательского центра пожарной безопасности ВНИИПО МВД РФ значение показателя токсичности образцов составляет (мг/г): СО-101, СО₂-2343, стирол-59, бензол-2,6, толуол-165, что близко к граничному значению класса высокоопасных материалов.

7. Под действием естественной деструкции полимера неизбежно происходит закономерное разрушение структуры утеплителя, приводящее к потере им своих механических и теплозащитных свойств. **Наличие деструкции и её продуктов является закономерным и неизбежным.**

8. **Преждевременное и даже катастрофическое старение пенополистирола может происходить под воздействием ряда факторов, к которым следует отнести:**

- отклонения температурно-влажностных параметров в технологии производства пенополистирола;
- случайные контакты с органическими жидкостями, повсеместно используемыми при строительных работах - бензином, ацетоном, толуолом, олифой - при транспортировке, хранении и монтаже конструкций;
- расположение утепляющего слоя в ограждающих конструкциях по отношению к расположению внешнего и внутреннего слоя, приводящее к быстрому переувлажнению утеплителя и потере им теплозащитных свойств;
- разрушение структуры под воздействием так называемой тепловой волны, неизбежно распространяющейся по всей стене при локальных возгораниях в любой части зданий.

9. Независимо от условий производства, транспортировки, монтажа и эксплуатации **пенополистирол выделяет в окружающую среду до 25 ядовитых соединений – продуктов деструкции полистирола**, концентрация которых в производственных, жилых и других помещениях в отдельных случаях может существенно превышать установленные для этих веществ ПДК. Превышения концентрации над ПДК для стирола разных производителей при температуре 80°C составляют от 22 до 525 раз, при 20°C - от 3,5 до 66,5 раз; для формальдегида до 3,5 и 10 раз соответственно. Отмечается также превышение ПДК для ксилола - до 2.1 раза и для углеводородов до 4 раз при 80°C.

10. Необходимо к конструкциям, содержащим пенополистирол любого типа, предъявить жесткие требования по ремонтпригодности, установив, что **применение пенополистирола в недоступных для его замены местах зданий недопустимо.**

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

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

13. **На воздухе при обычных температурах происходит обязательное изменение химического строения полимеров под воздействием кислорода воздуха, т.е. происходит окислительная деструкция.**

14. **Огневые испытания показали, что самозатухающий пенополистирол ведёт себя в штукатурной системе утепления точно так же, как и обычный пенополистирол.**

15. **Необходимо полностью отказаться от применения пенополистирола плотностью ниже 40 кг/м³.**

16. Необходимо запретить теплоизоляцию ограждающих конструкций с внутренней стороны (это часто делают дольщики с последующим покрытием гипсокартоном) **плитами пенополистирола.**

Таким образом, имеющаяся литература как научно-технического, так и прикладного и даже публицистического характера, позволяет однозначно утверждать, что такие свойства пенополистирола как недолговечность, пожарная опасность и экологическая небезопасность являются неотъемлемыми свойствами пенопластов, присущих им от природы. Этими свойствами в процессе эксплуатации строительной конструкции с применением пенополистирола необходимо придавать повышенное внимание при планировании применения и использования пенополистиролов.

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

В этом случае авторы будут удовлетворены тем, что право выбора использования пенополистирола остаётся за каждым из нас.

Баталин Б.С. – эксперт Центра независимых судебных экспертиз РФ «ТЕХЭКО», д.т.н., профессор кафедры строительных материалов и специальных технологий Пермского государственного технического университета, действительный член МАНЭБ, действительный член РАЕ

Евсеев Л.Д, – Член Экспертного Совета по тепло-звукоизоляционным материалам при Администрации Президента РФ, д.т.н., председатель Комиссии по энергосбережению в строительстве Российского общества инженеров строительства (Самарское отделение), член Комитета РСПП по техническому регулированию, стандартизации и оценке соответствия, советник РААСН, Почётный строитель

Список литературы

1. ГОСТ 15588-86. Плиты пенополистирольные. Технические условия
2. НТО НИИСФ. Разработка научных основ обеспечения долговечности зданий различного назначения для климатических условий России. Москва. 2001 г.
3. Ананьев А.А., Голева Т.Н., Ананьев А.И. НИИСФ, г. Москва. Долговечность и теплозащитное качество наружных ограждающих конструкций, утеплённых пенополистиролом. VII научно-практическая конференция «Актуальные проблемы строительной теплофизики». Москва. 2002 г.
4. Теплоизоляционные системы: выбор, качество, долговечность. Тема «Рекомендации круглого стола» 30 марта 2004 г. «Строительство и недвижимость». Минск. 6 и 13.04.2004 г.
5. Энциклопедия полимеров. Советская энциклопедия. Т 1. Стр. 685.
6. Мадорский С. Термическое разложение органических полимеров. М. Мир. 1977 г.
7. Санитарно-химический анализ пластмасс. Л. Химия. 1977. Стр. 179, 180.
8. Жуков В.И., Евсеев Л.Д. Сколько стоят плесень и низкая квалификация? Журнал «Строй-инфо». Самара 2005. № 5.
9. Ясин Ю.Д., Ясин В.Ю. Ли А.В. Пенополистирол. Ресурс и старение. Долговечность конструкций. Строительные материалы. 2002. № 5. Стр. 33-35.
10. Павлов Н.Н. Старение пластмасс в естественных и искусственных условиях. Москва. Химия. 1982 г. Стр. 224.
11. Филатов И.С. Климатическая устойчивость полимерных материалов. Москва. Наука. 1983 г. (Обширный экспериментальный материал по разным полимерам).
12. Блази В. Мир строительства. Справочник проектировщика. Строительная физика. Москва. 2004.
13. Александров В. Ставка на пенополистирол. Строительная газета. 04.06.04 г.
14. Центр независимых судебных экспертов Российского экологического фонда «ТЕХЭКО». Заключение экспертов № 1292 от 16 апреля 2007 г. Москва.
15. Евсеев Л.Д., Жуков В.И. Массовое нарушение технической и нормативной документации – залог низкого качества при наружной теплоизоляции стен зданий. Москва. Строительный эксперт. 2007. № 15.
16. Смирнов Н.Е., Дудеров Н.Г., Константинова Н.И., Нагановский Ю.К. Бабкин Е.И., Бороздин В.С. Исследование характеристик пожарной опасности пенополистирола. Отчет Российского научно-испытательного центра пожарной безопасности ВНИИПО МВД РФ об испытаниях на пожарную опасность.
17. Лудиков В.И. Какие утеплители нам предлагают. Журнал «Мост». М. 1997. № 12. Стр. 46-47.

18. Павлов Н.Н. Старение полистирола в атмосферных условиях сопровождается изменениям молекулярной массы полимера. Монография.
19. Строительство и недвижимость. 6 и 13 апреля 2004 г.
20. Васильев Г.А., Бояркина В.В., Лапунова С.В. Полимерные материалы и пожар. Журнал «Мост». Июль. 1999.
21. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»
22. Стандарт организации СТО 00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий»
23. Соболев Л.А., Герасименя В.П. Пеноизол. Опыт внедрения и перспективы развития. Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.2000. №3. Стр. 12-13.
24. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сухомел А.С. Теплопередача. Москва. 1981 г.

Баталин Борис Семёнович
+7(3422) 36 75 70
bobata@list.ru

Евсеев Лев Давидович
+7 (846) 927 02 70
ritmsamara@mail.ru