

Долговечность полистирольного пенопласта в процессе эксплуатации

Богданов Г.А., Александрова А.П.
Научный руководитель – Юхневский П.И.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Пенополистирольный пенопласт относится к гетерогенным полимерным материалам, имеющим линейную структуру и характеризуется агрегативной физической неоднородностью из-за наличия в полимерной матрице диспергированных газовых включений. Одним из важных факторов, определяющих качество пенопластов, является соотношение числа открытых и закрытых пор в их структуре. Физико-механические свойства конечного продукта улучшаются с увеличением содержания закрытых пор.

Основными показателями, характеризующими энергоэффективные строительные материалы, в частности пенополистирол, являются плотность, прочность при изгибе и сжатии при 10% линейной деформации, теплопроводность, водопоглощение, время самостоятельного горения, которые зависят от рецептуры исходной композиции и технологии производства. В настоящий момент из вспененного полистирола изделия выпускаются беспрессовым способом формования (EPS, ПСБ и ППС) и экструзионным (ЭППС и XPS).

Неизбежность деструкции полистирола обусловлена составом полимеризационных пластмасс. Под воздействием внешних факторов (тепло, свет, радиация, механические и биологические воздействия и др.) у полимеров происходит разрушение макромолекул, в результате чего изменяются физико-химические и эксплуатационные свойства. Деструкция пенополистирола отличается от деструкции полистирола тем, что у первого более развита наружная поверхность, которая характерна для всех вспененных материалов.

Различают высокотемпературную и низкотемпературную деструкцию пенополистирола. Высокотемпературная деструкция пенополистирола начинается при температуре +160°C. С повышением температуры до +200°C начинается фаза термоокислительной деструкции. Выше +260°C – преобладают процессы термической де-

струкции и деполимеризации. В связи с тем, что теплота полимеризации полистирола одна из самых низких среди всех полимеров, в процессах его деструкции преобладает деполимеризация до исходного мономера – стирола.

Низкотемпературная фаза деструкции пенополистирола обусловлена воздействиями внешних и внутренних факторов, к которым относятся жидкие агрессивные среды, атмосферные воздействия (колебание температуры и влажности), старение (фото–, тепло– и механохимическое старение). Для таких материалов наиболее пагубными являются фото– и теплостарение, вызванные действием ультрафиолетового облучения, солнечного света и теплового излучения.

В результате фотостарения в полимерах протекают окислительные реакции, приводящие к их деструкции. Происходит снижение механических свойств, наблюдается растрескивание поверхности, изменяется окраска полимера. Наиболее вредное воздействие оказывает ультрафиолетовое (УФ) излучение в диапазоне 290...400 нм. Поглощённая энергия вызывает разрушение наиболее слабых химических связей в цепях полимера и не влияет на скорость межмолекулярных перегруппировок. При этом образуются активные свободные радикалы, инициирующие деструкцию полимера. В присутствии атмосферного кислорода и воды этот процесс ускоряется, а повышение температуры приводит к возрастанию скорости окисления полимера.

При УФ облучении изменяется структура пенополистирола. Растет анизотропия ячеек, приводящая к анизотропии самого материала. При этом наблюдается усиление тяжёлой ячеистой структуры и нарушение целостности пленок, образуются сквозные поры, приводящие к нарушению целостности ячеек.

Изменения структуры экструдированного пенополистирола в результате фотодеструкции аналогичны пенополистиролу, изготовленному по беспрессовой технологии. За счет раскрытия внутренних ячеек изменяется плотность материала, что сказывается на его теплофизических свойствах. Дальнейшее действие УФ радиации вызывает разрушение тяжёлой (стержней) в структуре полистирола и приводит к полному изменению ячеистой упаковки.

В результате теплостарения степень замкнутости ячеек и кажущаяся плотность у материала снижается. Разрушение стенок яче-

ек обусловлено как действием механического напряжения за счёт перепада давления газа внутри и снаружи ячеек, так и деструкцией полимеров. Коэффициент теплопроводности пенопластов интенсивно увеличивается на начальном этапе старения, но в дальнейшем изменяется незначительно.

Деструкция пенополистирола, вызванная теплостарением, аналогична процессам, протекающим при фотостарении. Скорость развития этих процессов зависит от температуры окружающей среды. Так, к 7 суткам испытания на теплостарение при температуре $+30^{\circ}\text{C}$ происходит разрушение тонких оболочек структуры пенопласта и полной анизотропии её текстуры. К 28 суткам воздействия происходит полное раскрытие пленок ячеек с образованием сквозных микропор, что сопровождается увеличением закрытой и открытой пористости материала. При аномально высоких летних температурах (более $+60^{\circ}\text{C}$, например, на солнце) происходит резкое падение упругих характеристик пенополистирола с теплостойкостью $+60^{\circ}\text{C}$.

При нормальных условиях плотность пенополистирола изменяется незначительно и во многом зависит от влажности окружающей среды. Величина водопоглощения пенополистирола увеличивается в условиях теплостарения. По нашему мнению, это вызвано разрушением стенок ячеек и инфильтрацией влаги по образовавшимся открытым порам. В связи с этим, экструдированный пенополистирол хуже воспринимает аномально высокие температуры. Поверхностные слои пенополистирола, изготовленного по беспрессовой технологии, при высокой температуре спекаются в результате развивающегося процесса деполимеризации стирола. Это сопровождается снижением паропроницаемости материала, а в конструкции приводит к увеличению влажности, развитию сырости и плесени. Кроме того, термодеструкция пенополистирола, как и фотодеструкция, пагубно влияет на прочностные характеристики материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дементьев А.Г. Структура и свойства пенопластов. -М.: Химия, 1983. -176с.
2. Гуямджян П.П., Коканин С.В., Цыбакин С.В. Деструкция пенополистирола при фото- и теплостарении. /Вестник МГСУ. - 2011.- №1. - с.86-91