

*Ламов Илья Владимирович*

студент

*Дедяев Герман Сергеевич*

студент

*Матченко Никита Александрович*

студент

ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный

технический университет»

г. Липецк, Липецкая область

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА С ЦЕЛЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ ЕГО В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

***Аннотация:** в данной статье рассмотрены различные варианты наполнителей для пенополиуретана, улучшение свойств материала. Авторами выявлена и обоснована необходимость улучшения физико-химических характеристик строительных материалов.*

***Ключевые слова:** пенополиуретан, наполненный пенополиуретан, микрокремнезем, силикагель.*

Объем производства пенопластов, в частности пенополиуретанов, за последние годы значительно вырос и продолжает расти, что связано с изменением требований к термическому сопротивлению ограждающих конструкций. Пенополиуретан широко используется в различных отраслях промышленности благодаря своей теплопроводности, плотности и активности с различными минеральными добавками и другими материалами.

Образование пенополиуретанов происходит в результате реакции присоединения изоцианатов к полиолам.

После смешения исходных компонентов происходит серия сложных химических реакций, приводящая к газовыделению и росту полимерных молекул, следовательно, и изменению объема материала и его вязкостно-упругих свойств.

Важной задачей технологии получения пенополиуретанов является регулирование их свойств в процессе создания, что связано с установлением основных зависимостей между параметрами структурообразования материала и изменениями, происходящими в объеме вспенивающейся композиции.

В процессе образования и отверждения полимера происходит зарождение пузырьков газа в полимеризующейся жидкости, их рост и стабилизация. Поэтому, несмотря на различие пен коллоидных систем газ-жидкость с пенами полиуретана, явления, происходящие в подвижной системе, вполне поддаются законам коллоидной химии. Только что образовавшийся пузырек газа, окруженный достаточно толстым слоем жидкости, имеет сферическую форму. Но по мере того как образуются новые пузырьки, газ может диффундировать в соседний пузырек, тем самым увеличив его в размере. Постепенно объем пены растет за счет увеличения количества пузырьков и их размеров, а слой жидкости становится все тоньше. И как следствие меняется форма пузырьков из шаровидной в ограниченную несколькими плоскостями (пленками полимера), т.е. в полиэдрическую.

Физико-механические свойства пенопластов напрямую зависят от параметров ячеистой структуры. Жесткие пенополиуретаны являются одними из лучших теплоизоляционных материалов благодаря ячеистой структуре. Исходная теплопроводность не меняется достаточно длительный период времени, так как стенки ячеек имеют низкий коэффициент диффузии.

Кроме того, жесткие пенополиуретаны выдерживают достаточно большие нагрузки, обладая малой плотностью. Несмотря на неоспоримые достоинства пенополиуретана, фактором, сдерживающим его потребление, является пожароопасность. Чаще всего, пенополиуретаны относятся к горючим материалам средней воспламеняемости. Они легко загораются от кратковременного действия малокалорийных источников пламени, горят со скоростью 4–5 мм/мин., выделяя достаточно большое количество дыма с резким запахом.

Используют различные наполнители для изменения свойств пенополиуретанов.

Твердые наполнители вводят в полимер для самых различных целей. Сочетание полимеров с наполнителями позволяет получать материалы с совершенно новыми эксплуатационными свойствами. При этом дисперсионной средой выступает вспененный полиуретан, а своеобразной дисперсной фазой – минеральный наполнитель, т. е. образуются композиционные материалы со сложной взаимопроникающей ячеистой структурой.

Дисперсные наполнители представляют собой порошки с частицами неправильной или относительно правильной сферической, пластинчатой, кубической, игольчатой формы. Обычно для наполнения пенополиуретанов используют дисперсные наполнители с размером частиц не больше 0,3 мм. Такой наполнитель в процессе образования пенополимера обычно встраивается в элементы ячеистой структуры, т. е. является внутрискелетным. При этом дисперсионной средой является вспененный полимер, а дисперсионной фазой – минеральный наполнитель.

Волокнистые наполнители характеризуются высоким отношением продольных размеров к поперечным (не менее 10). Такие наполнители в зависимости от соотношения размеров волокна и газоструктурных элементов пенополиуретана могут быть как внутрискелетными (молотые волокна длиной не более 0,3 мм), так и межскелетными (рубленые волокна длиной 1,5 мм и выше, непрерывные волокна). Объемные наполнители представляют собой частицы неправильной или относительно правильной формы размером обычно более 3 мм. Такие наполнители в силу своего размера являются межскелетными. В ходе исследования наполненных пенополиуретанов была проведена серия экспериментов для определения физико-механических свойств материала, содержащего в своем составе микрокремнезем и силикагель в качестве наполнителей. Введение наполнителя осуществлялось с целью повышения конструктивных качеств пенопласта и снижения его пожароопасности. Образцы пенополиуретана изготавливались с различным содержанием наполнителей.

Таблица 1

## Физико-механические характеристики наполненных пенополиуретанов

Содержание наполнителя, % от массы полиизоцианата	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при 10% деформации, МПа	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С	Время самозатухания, с
без наполнителя				
0	33,93	0,100	0,018	45,3
с микрокремнеземом				
10	35,90	0,175	0,019	41,4
20	38,32	0,227	0,022	35,5
30	43,01	0,286	0,026	29,6
40	49,04	0,309	0,027	27,7
50	53,02	0,324	0,028	22,4
60	57,03	0,337	0,029	19,5
70	63,44	0,349	0,031	15,4
80	68,01	0,362	0,032	12,7
90	71,29	0,370	0,033	10,6
100	76,05	0,378	0,035	8,7
с силикагелем				
10	35,51	0,160	0,019	41,3
20	38,82	0,236	0,021	36,4
30	42,75	0,280	0,024	30,1
40	52,18	0,289	0,025	28,3
50	58,94	0,302	0,026	22,9
60	64,26	0,311	0,029	19,2
70	72,43	0,324	0,031	15,3
80	78,29	0,332	0,033	11,6
90	82,31	0,344	0,036	7,9
100	84,99	0,356	0,037	4,0

Анализ физико-механических характеристик показывает, что по мере увеличения содержания наполнителей возрастают показатели средней плотности, прочности и коэффициента теплопроводности.

Таким образом, применение микрокремнезема и силикагеля в качестве наполнителей пенополиуретана для получения эффективного строительного материала является целесообразным.

### ***Список литературы***

1. СНиП 23–02–2003 Тепловая защита зданий. – М.: Госстрой России, 2004. – 33 с.
2. Овчаренко Е.Г. Основные направления развития производства эффективных теплоизоляционных материалов / Е.Г. Овчаренко, В.Г. Петров-Денисов, В.М. Артемьев // Строительные материалы. – 1996. – №6. – С. 2–5.
3. Денисов А.В. Жесткие пенополиуретаны теплоизоляционного назначения / А.В. Денисов // Строительные материалы. – 2005. – №6. – С. 21–22.
4. Гурьев В.В. Тепловая изоляция в промышленности. Теория и расчет / В.В. Гурьев, В.С. Жолудов, В.Г. Петров-Денисов. – М.: Стройиздат, 2003. – 416 с.
5. Наполнители для полимерных композиционных материалов: Справ. пособие / Под. ред. Г.С. Каца, Д.В. Милевски; пер. с англ. – М.: Химия, 1981. – 736 с.