

А. С. Зими́на, асп.;  
Ю. Е. Миронова, магистрант;  
Ю. Н. Хакимуллин, проф., д-р техн. наук  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань, Российская Федерация)

## ВЛИЯНИЕ ОРГАНОГЛИН НА СВОЙСТВА СИЛОКСАНОВЫХ РЕЗИН

Известно, что одним из возможных путей повышения огнестойкости полимерных материалов является введение в полимерную матрицу слоистых природных неорганических структур, таких как монтмориллонит, вермикулит и др. [1, 2]. Монтмориллонит используют обычно в модифицированном виде, когда его монопластинки раздвинуты с помощью аммониевых солей с громоздкими органическими радикалами.

Цель такой модификации – это облегчение доступа макромолекул эластомеров в межплоскостное пространство нанопластин [3].

Введение монтмориллонита и различных органоглин на его основе в качестве наполнителей в полимерную матрицу способствует улучшению ее газобарьерных свойств, повышению термо- и огнестойкости [1–5]. Нанопластины монтмориллонита в нанокompозитах создают извилистые пути для диффузии, вызывая так называемый «лабиринтный эффект» и повышенную огнестойкость в результате образования на начальных стадиях горения карбонизованных наночастиц углеродных структур (продуктов взаимодействия углерода с силикатами) с низкой тепло- и температуропроводностью, экранирующих диффузию кислорода, что дает возможность снизить содержание традиционно используемых для этих целей антипиренов [6].

В работах [7] исследовано влияние монтмориллонитов на свойства силоксановых резин, установлена эффективность применения органоглин для повышения огнестойкости резин и их оптимальное содержание – 5 мас. ч. С целью создания термо- и огнестойких композиций на основе силоксановых каучуков проведены исследования по изучению влияния органоглин разных марок в количестве 5 мас. ч. на физико-механические и огнестойкие свойства силоксановых резин в стандартной рецептуре.

Органоглина Cloisite фирмы «Southern Clay Products» (США) представляет собой  $\text{Na}^+$ -монтмориллонит, модифицированный четвертичными аммониевыми солями. Характеристики органоглин представлены в таблице 1. Изучено влияние органоглины различных марок в количестве 5 мас. ч. на свойства силоксановых резин. Результаты физико-механических испытаний приведены в таблице 2.

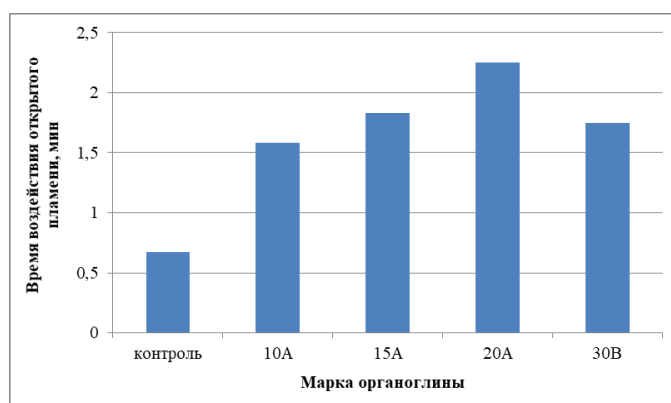
**Таблица 1 – Характеристика органоглин**

Марка органоглины	Модификатор	Обозначение органической части	Концентрация модификатора мэкв/100 г	Рентгеновская дифракция $d_{001}$ , А
Cloisite 10A	Диметилалкилбензиламмонийхлорид [[CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -N <sup>+</sup> -(R)(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> )]Cl <sup>-</sup>	2МВНТ	125	19,2
Cloisite 15A	Диметилдиалкиламмонийхлорид [[CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -NH <sup>+</sup> -(R) <sub>2</sub> ]Cl <sup>-</sup>	2М2НТ	125	31,5
Cloisite 20A	Диметилалкиламмонийхлорид [[CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -N <sup>+</sup> -(R) <sub>2</sub> ]Cl <sup>-</sup>	2М2НТ	95	31,5
Cloisite 30B	Метилдиалкиламмонийгидросульфат [CH <sub>3</sub> (R <sub>1</sub> )-NH-(C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> OH) <sub>2</sub> ]Cl <sup>-</sup>	МТ2EtOH	90	18,5

**Таблица 2 – Результаты физико-механических испытаний**

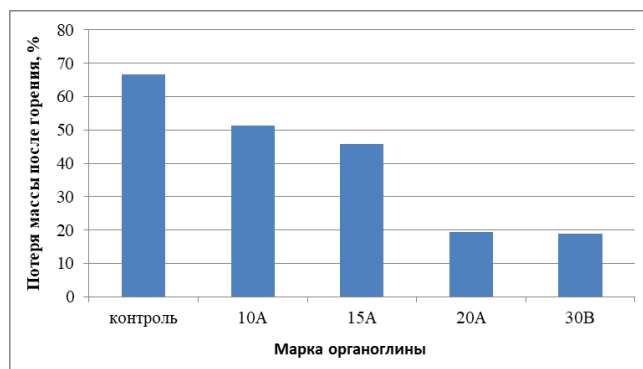
Марка органоглины	1	2	3	4	5
	контроль	10А	15А	20А	30В
Прочность при растяжении, МПа	7,3	7,3	7,9	7,7	6,7
Относительное удлинение при разрыве, %	547	653	837	637	613
Сопротивление раздиру, кН/м	14,1	18,1	28,1	16,5	20,7
Твердость по Шору А, усл. Ед.	50	52	50	50	58
Эластичность по отскоку, %	26	26	28	28	28

Установлено, что введение всех марок органоглины приводит к увеличению относительного удлинения силиконовых резин. Сопротивление раздиру также растет при введении всех марок органоглины. Эластичность по отскоку не изменяется в случае введения Cloisite 10A и немного растет при введении других марок. Введение Cloisite 15A и Cloisite 20A приводит к небольшому увеличению прочности.



**Рисунок 1 – Влияние марки органоглины на огнестойкость силиконовых резин**

Изучено влияние органоглины на физико-механические свойства резин после горения. Установлено, что остаточная прочность после горения у всех резин, содержащих органоглину, выше, чем у контрольного образца, также, как и относительное удлинение.



**Рисунок 2 – Влияние марки органоглины на потерю массы силиконовых резин**

Можно сделать вывод, что наиболее оптимальными для применения в силиконовых резинах являются органоглины марок Cloisite 15А и Cloisite 20А.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Заиков Г. Е. Полимерные нанокомпозиты пониженной горючести на основе слоистых силикатов / Г. Е. Заиков, С. М. Ломакин // Конструкции из композиционных материалов. – 2005. – № 1. – С. 17–36.
2. Костромина Н. В. Применение алюмосиликатного наполнителя для повышения огнесойкости полиолефинов / Н. В. Костромина, Ю. В. Олихова, В. С. Осипчик // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2015. – № 7. – С. 151–154.
3. Большой справочник резинщика: в 2 ч. Ч. 1. Каучуки и ингредиенты / под ред. С.В. Резниченко, Ю.Л. Морозова. – М.: Техинформ МАИ, 2012. – 744 с.
4. Ахмедгораева А. Р., Бирюков А. А., Закирова Л. Ю., Закиров М. Э., Ефимова А. Р. Исследование влияния технологической добавки на термические свойства динамического термоэластопласта методами дифференциальной сканирующей калориметрии и термогравиметрического анализа // Бутлеровские сообщения, 2017. – Т. 50. №. 4. – С. 85–89.
5. Ломакин С. Н. Замедлители горения для полимеров / С.Н. Ломакин, Г. Е. Заиков, А. К. Микитаев // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15, № 7 – С. 71–87.
6. Хакимуллин Ю. Н., Хусаинов А. Д. Основы технологии и переработки силиконовых эластомеров: учебное пособие. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2014. – 164 с.
7. Гадельшин Р. Н., Пономарев П. В., Бирюков А. А., Курбангалеева А. Р., Хакимуллин Ю. Н. Влияние органобентонитов на свойства силиконовых резин на основе диметилфенилвинилсилоксанового каучука // Вестник Технологического университета. – 2018. – Т. 21, № 12. – С. 52–55.