

Список использованных источников

1. Назаров, Ш.Б. Селективные методы разложения высококремнистых алюминиевых руд минеральными кислотами / Ш.Б. Назаров, Х.С. Сафиев, У.М. Мирсаидов. - Душанбе, 2008. - 237 с.
2. Тураева З.С., Савзаева Ш.Х., Назаров Ш.Ш., Назаров Ш.Б. Переработка нефелиновых сиенитов месторождения Турпи методом спекания с хлоридом магния. Научно-практический журнал «ЭНИГМА», Выпуск №35, 2021 г., с. 54-63.
3. Савзаева Ш.Х., Назаров Ш.Б., Азимов Д.С. Физико-химические основы переработки алунитового сырья Токмакского месторождения методом спекания с хлоридом кальция. /Савзаева Ш.Х., Назаров Ш.Б., Азимов Д.С. // Материалы VI Международной научной конференции. «Донецкие чтения» 2021: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. Том 1. Механико - математические, компьютерные и химические науки, управление. г. Донецк, 26 - 27 октября 2021 г. Издательство Дон. НУ. 2021г., с. 282-284.

УДК 678.7:593.3

Ю.В. Юркин, В.В. Авдонин, Д.А. Варанкина, Р.С. Рогожкин
Вятский государственный университет
Киров, Российская Федерация

МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТОВ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Аннотация. Разработка новых композиционных материалов на основе термоэластопластов, обеспечивающих эффективное гашение вибраций природного и техногенного характера в широком температурном диапазоне, является одной из актуальных задач. В данной статье проводятся испытания термоэластопластов на основе СЭБС и СБС под воздействием циклических нагрузок.

Yu.V. Yurkin, V.V. Avdonin, D.A. Varankina, R.S. Rogozhkin
Vyatka State University
Kirov, Russian Federation

MECHANICAL PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON THERMOPLASTIC ELASTOMERS UNDER CYCLIC LOADS

Abstract. The development of new composite materials based on thermoplastic elastomers that provide effective damping of natural and man-made vibrations in a wide temperature range is one of the urgent tasks. This article tests thermoelastoplastics based on SEBS and SBS under the influence of cyclic loads.

Введение

Системы пассивного рассеивания энергии, или вибродемпферы, широко используются в транспортной, строительной, аэрокосмической и бытовой промышленности для уменьшения вибраций и шума механических систем. Демпферы обычно применяются в опорных частях зданий и сооружений, чтобы предотвратить передачу вибраций и шума [1].

Одним из видов вибродемпферов являются армированные эластомерные опоры, которые используются более 70 лет в строительстве мостов и зданий [2]. В последнее время эти устройства также использовались для защиты от землетрясений и систем изоляции, имея улучшенные характеристики с точки зрения надежности и низкой стоимости по сравнению с другими системами вибродемпферов [3].

Задача эластомерных опорных частей заключается в выравнивании напряжений на стыках, обеспечении свободного вращения элементов на опорах и в радикальном снижении горизонтальных сил, вызванных: усадкой, влиянием температуры и деформацией конструкции. Эластомерные демпфирующие подкладки предназначены для подавления вибрации и шума в зданиях гражданского и промышленного назначения, они предотвращают структурные повреждения и устраняют затраты на ремонт и техническое обслуживание.

В настоящее время эластомерные опоры изготавливают либо из натурального каучука, либо из синтетических резиновых смесей [4]. Однако данный тип материалов в настоящее время активно вытесняется термоэластопластами (ТРЕ) – материалами, имеющими обратимые поперечные связи, которые могут быть произведены как термопласты и обладают эластичными свойствами, аналогичными свойствам вулканизованных традиционных эластомеров. Основными драйверами для расширения ТРЕ являются очевидная упрощенная обработка с меньшим количеством этапов производства, практически полное исключение брака, гораздо более короткие циклы, меньшее

потребление энергии и меньшие объемные затраты. Предполагается, что ТРЕ будут использоваться в амортизаторах, материалах в автомобилях, спортивном оборудовании и другом механическом оборудовании [5]. В этой статье мы оценим возможность использовать стирольные ТРЕ в качестве вибропоглощающего материала для опор зданий.

Материалы и методы

1. Материалы

Для разработки данного композиционного материала в качестве компонентов для смеси ПП/термоэластопласт в первом случае был выбран полипропилен марки ПП-30 (Сибур, Россия) и СЭБС (стирол-этилен-бутилен-стирольный каучук) компании LСУ, Тайвань, во втором – полипропилен марки ПП-30 (Сибур, Россия) и СБС (стирол-бутадиен-стирольный каучук) марки Р 30-00 (ВОРОНЕЖСИНТЕЗКАУЧУК, Сибур, Россия). В качестве пластификатора использовалось индустриальное масло И-40, в качестве наполнителя – мел МИКАРБ (Геоком, Россия).

2. Метод приготовления смеси

Смешение компонентов происходило в микросмесителе типа Брабендер при температуре 180 °С, время смешивания – 20 минут. Затем материал помещался в термопластавтомат, расплавлялся при температуре 200°С и отливался в пресс формы для дальнейших испытаний. Составы образцов представлены в таблице 1.

3. Измерения

Механические испытания на растяжение тестовых образцов эластомерных подкладок (рис.1) проводились на испытательной машине AG-5 KNX (ф. Shimadzu) со скоростью 500 мм/мин на образцах в форме гантелей в соответствии с условиями, описанными в ГОСТ 270.

Таблица 1 - Составы образцов

Компоненты	Состав термоэластопласта на основе		Плотность (г/см ³)
	ПП/СЭБС	ПП/СБС	
	Массовая доля (г)	Массовая доля (г)	
СЭБС	22	-	1,1
СБС	-	22	0,94
ПП	8	8	0,92
Индустриальное масло И-40	30	30	0,9
Мел	40	40	2,44



Рис. 1 - Образцы в форме гантелей.



Рис. 2 - Схематическая диаграмма цикла разгрузки-загрузки, показывающая количество рассеиваемой энергии.

На рис. 2 представлена схематическая диаграмма цикла разгрузки-загрузки и сформированной петли Гистерезиса со стрелками, указывающими последовательность разгрузки и повторной загрузки (ГОСТ 252). Рассеиваемая энергия, или гистерезисные потери энергии, W_D , соответствует площади, заключенной в этой петле гистерезиса, в то время как область под нижним путем (разгрузочная часть) кривой гистерезиса представляет собой запасенную упругую энергию, W_E . Удельную рассеиваемую и упругую энергии определяли делением W_D и W_E на начальный объем образца. Удельная демпфирующая способность – это отношение энергии, рассеиваемой за пять циклов, к упругой или потенциальной энергии, запасенной в этом цикле [6,7]. Она определялась по формуле:

$$\Psi = W_D / W_E \quad (1)$$

Эквивалентная жёсткость при 100% удлинении ($\epsilon_{100}=1$) определялась по формуле:

$$E_{100} = \sigma_{100} / \epsilon_{100} \quad (2)$$

где σ_{100} – напряжение при 100% удлинении.

Механические испытания на твёрдость тестовых образцов эластомерных подкладок проводились с помощью твердомера на образцах в форме дисков (рис. 3) в соответствии с условиями, описанными в ГОСТ 263.



Рис. 3 - Образцы в форме дисков.

Результаты и обсуждение

Сравнивая материалы на основе СЭБС и СБС можно заметить, что все механические характеристики (эквивалентная жёсткость при 100% удлинении, удельная демпфирующая способность, максимальная прочность и максимальное удлинение) у материала на основе СЭБС оказались выше (рис. 4-7).

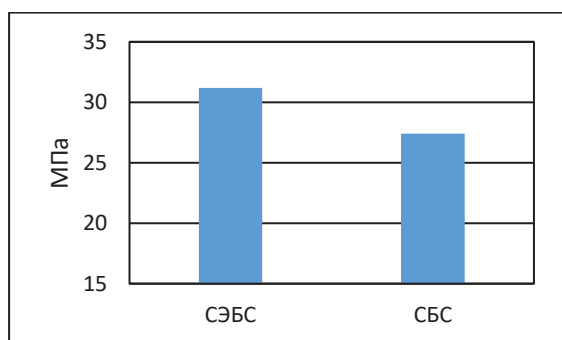


Рис. 4 - Эквивалентная жёсткость при 100% удлинении.

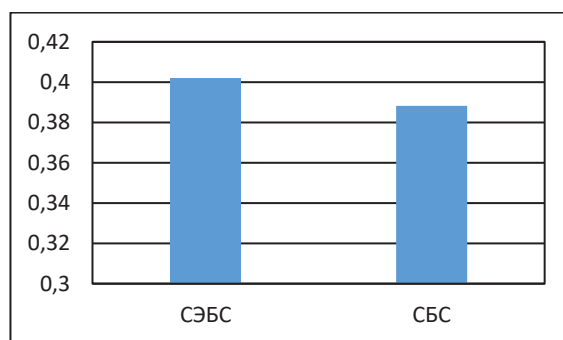


Рис. 5 - Удельная демпфирующая способность.

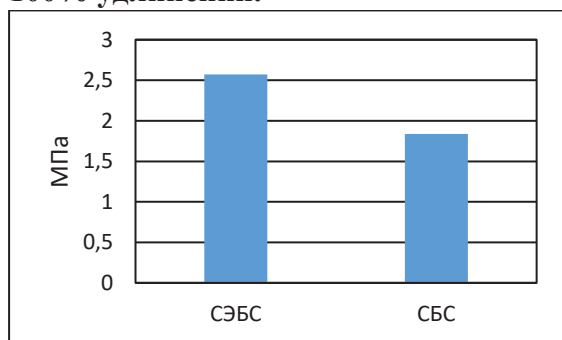


Рис. 6 - Прочность при 100% удлинении.

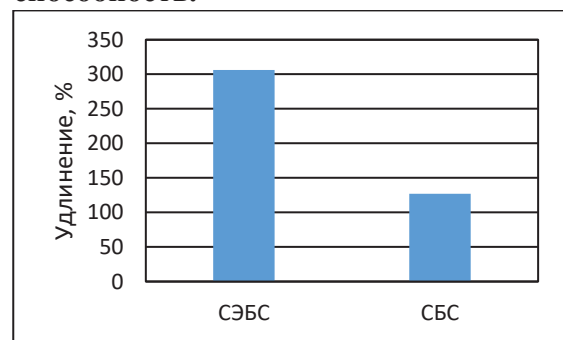


Рис. 7 - Максимальное относительное удлинение.

Оба композита были подвергнуты многократным циклическим нагрузкам с одинаковой деформацией. Реакции на циклические растяжения композитов показаны на рис. 8, 9.

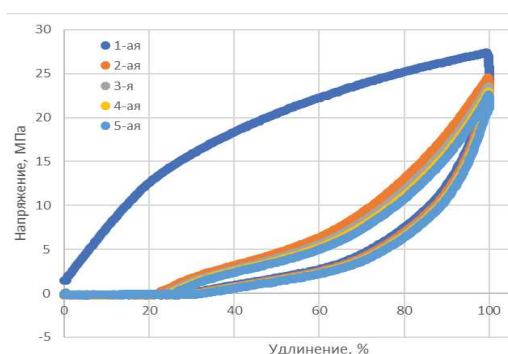


Рис. 8 - Реакция на циклические растяжения композита на основе СЭБС.

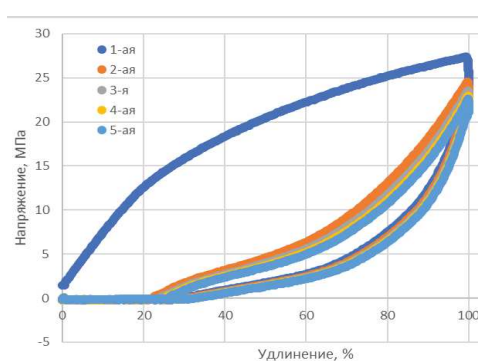


Рис. 9 - Реакция на циклические растяжения композита на основе СБС.

Между первым циклом загрузки-разгрузки появляется большая петля гистерезиса, в то время как для последующих циклов нагрузки можно наблюдать гораздо меньшие петли. Также после первого цикла загрузки-разгрузки появляется остаточная деформация величиной в 20%, которая не увеличивается с последующими циклами. Это говорит о том, что все разрушения внутри структуры композита в основном происходят на первом цикле. Характер гистерезиса при использовании разных базовых композитов существенно не изменился.

Заключение

В ходе работы были исследованы следующие механические характеристики материалов: эквивалентная жёсткость при 100% удлинении, удельная демпфирующая способность, максимальная прочность, максимальное удлинение и реакции на циклическое растяжение.

Испытания показали, что стирольные термоэластопласты имеют потенциал для их использования в качестве демпфирующих материалов: у них достаточно высокая прочность, высокие эластические свойства и самое главное, высокие вибропоглощающие свойства.

Благодарность

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-79-00301, <https://rscf.ru/project/21-79-00301/>.

Список использованных источников

1. H.S. Kim, B. Kim, S.K. Park, S.H. Lee, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 48, 919 – 931 (2012)
2. Kelly J.M. *Earthquake resistant design with rubber*. 2nd ed. London: Springer;1997.

3. A. Strauss, E. Apostolidi, T. Zimmermann, U. Gerhaer, S. Dritsos. Experimental investigations of fiber and steel reinforced elastomeric bearings: Shear modulus and damping coefficient. *Engineering Structures*, **75 (15)**, 402-413 (2014)
4. W. Wei, Y. Yuan, A. Igarashi, H. Zhua, P. Tanc. Experimental investigation and seismic fragility analysis of isolated highway bridges considering the coupled effects of pier height and elastomeric bearings. *Engineering Structures*, **233 (15)**, 111926 (2021)
5. A. V. Kaliyathan, A.V.Rane, K.Kanny, H.J.Maria, S.Thomas. Thermoplastic Elastomers for Shock Absorbing Application. Reference Module in Materials Science and Materials Engineering. Elsevier. 2021
6. S. Liu, et al., *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.*, **78**, 35-41 (2015)
7. J. Zhang, R.J. Perez, E.J. Lavernia, *J. Mater. Sci.* **28 (9)**, 2395–2404 (1993).

УДК 541.183.553.61

**Д. Хандамова, Б. Шодмонов, Х.С. Толипова,
З.С. Алихонова, Ш.П. Нуруллаев**
Ташкентский химико-технологический институт

ОЧИСТКА УГЛЕВОДОРОДНЫХ КИСЛЫХ ГАЗОВ АДСОРБЕНТОМ МОДИФИЦИРОВАННЫМ ТМА И ТЭА

Аннотация. В работе приведены результаты поглотительной способности адсорбентов на основе Навбахорского бентонита модифицированных триметил-аммония (ТМА) и триэтиламмония (ТЭА), их регенерируемость и кинетические характеристики реакции взаимодействия с кислыми газами. Адсорбенты кроме большой поглотительной способности обладают термической стабильностью

**D. Xandamova, B. Shodmonov, X.S.Tolipova,
Z.S. Alixonova, Sh.P. Nurullaev**
Tashkent chemical – technological institute

PURIFICATION OF HYDROCARBON ACID GASES WITH ADSORBENT MODIFIED TMA AND TEA

Abstract. The paper presents the results of the absorption capacity of adsorbents based on Navbakhor bentonite modified with trimethylammonium (TMA) and triethylammonium (TEA), their regenerability and kinetic characteristics of the reaction