

52. Термопластичный вулканизированный уплотнитель для оптических приборов, работающих в жестких условиях

А. Р. Ахметов¹, А. Е. Заикин²

¹ АО «Научно-производственное объединение «Государственный институт прикладной оптики», Казань, Россия

² Казанский государственный технологический университет, Казань, Россия

Исследовали воздействие динамической вулканизации на свойства полимерной смеси гидрированного блок-сополимера стирол-бутадиен-стирол (ГСБС) с полипропиленом (ПП). Использовали различные типы вулканизующих систем и их количество. Сравнили свойства полученной смеси ГСБС и ПП с термопластичным вулканизатом на основе этиленпропиленового каучука.

Ключевые слова: Термопластичный вулканизат, Уплотнитель, Гидрированный блок-сополимер стирол-бутадиен-стирол, Остаточная деформация сжатия.

Цитирование: Ахметов, А. Р. Термопластичный вулканизированный уплотнитель для оптических приборов, работающих в жестких условиях / А. Р. Ахметов, А. Е. Заикин // HOLOEXPO 2018 : XV международная конференция по голографии и прикладным оптическим технологиям : Тезисы докладов. — М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. — С. 213–214.

При выборе материала уплотнителя при изготовлении оптического прибора требуется знать следующие параметры: степень сжатия уплотнителя при эксплуатации, остаточная деформация сжатия после статической деформации при заданных времени и температуре, а также учитывать, требуется ли стойкость к агрессивным средам, растворителям или углеводородам, условия атмосферы. С развитием космических и авиационных технологий нефте- и рудо-добычи растет спрос на уплотнители нового поколения. В оптических приборах, используемых в жестких условиях, требуется использовать уплотнители, обеспечивающие высокую степень герметичности и длительные сроки эксплуатации. Уплотнители, представленные на рынке, состоят из металлических сплавов или полимерных материалов (резина, термоэластопласт (ТЭП), термопластичный вулканизат (ТПВ)). Однако каждый из этих материалов имеет свои недостатки. Изготовление металлических и резиновых уплотнителей связано с высокими энергетическими затратами. Металлические требуют точной обработки, а при производстве резиновых уплотнителей образуются отходы, которые невозможно переработать без специального оборудования.

ТЭП — это полимерные композиционные смеси с гетерогенной фазой, где термопласт придает прочность и возможность переработки, эластомерная фаза придает упругие и морозостойкие свойства.

За 10 лет ТЭП на основе смеси гидрированных блок-сополимеров стирол-бутадиен-стирол (ГСБС) с полипропиленом (ПП) широко внедрились благодаря высоким механическим свойствам, стойкости к окислительной деструкции и возможности переработки известными способами: прессование, литье под давлением и экструзия. Но они не пригодны для использования в качестве уплотнителей из-за высокой остаточной деформацией сжатия, низкой стойкости к углеводородам и ползучести при высоких температурах.

Динамическая вулканизация известна как явление, изменяющее свойства ТЭП. При динамической

вулканизации ТЭП образуется ТПВ — полимерная гетерогенная смесь, состоящая из термопласта и вулканизированных частиц эластомера. Достаточно глубоко исследовано воздействие динамической вулканизации на примере смеси этиленпропиленового каучука (ЭПДМ) с олефинами. Ученые определили, что при динамической вулканизации смеси ЭПДМ с олефином при изменении различных технологических параметров, рецептуры и природы компонентов происходит улучшение прочности, маслостойкости и остаточной деформации после статической деформации [1–3]. Однако в литературе отсутствуют исследования по воздействию динамической вулканизации ТЭП на основе ГСБС с ПП. Поэтому целью данной работы является исследование влияния динамической вулканизации на свойства смеси ПП с ГСБС.

Смеси на основе ПП с ГСБС получали на смесителе фирмы Брабендер при температуре 170 °С и скорости смешения 150 об./мин, объем смесительной камеры — 60 г. В качестве вулканизующих агентов использовали различные органические пероксиды — ди(tert-бутилпероксиизопропил) бензен, 2,5 диметил-2,5-бис(tert-бутилперокси)гексан, 2,5 диметил-2,5-ди(tert-бутилперокси)гексин-3, tert-бутил кумил пероксид. Вспомогательные агенты — триаллилизотиоцианурат, триаллилцианурат и диметилтриэтиленгликоль. В качестве пластификатора использовали вазелиновое масло марки МХ200, в качестве стабилизаторов — антиоксидант марки Irganox1010 и термостабилизатор марки Irgafos168.

Для определения физико-механических свойств из полученных образцов получали пластины размером 120 × 120 × 2 мм при 190 °С, после термостатирования из них вырубили лопатки и провели испытания при скорости разрыва 500 мм/мин (ГОСТ 270–75). Далее из полимерной смеси ГСБС и ПП делали таблетки диаметром 13 мм, высотой 6 мм. Таблетки испытывали на стойкость к статической деформации сжатия при двух условиях по ГОСТ 9.029–74: 1 — температура 125 °С, длительность испытания 500 ч; 2 — температура 70 °С,

длительность испытания 22 ч. Далее провели испытания непереработанного образца на стойкость к маслу марки И-20 при двух условиях: 1 — в течении 163 ч при 125 °С; 2 — в течение 500 ч при 125 °С; провели золь-гель анализ с помощью прибора Сокслета путем экстрагирования ПП о-ксилолом при его температуре кипения.

Введение пероксидов и со-агентов вулканизации в систему ПП и ГСБС при смешении ведет к вулканизации фазы ГСБС и позволяет получить ТПВ. Получены следующие зависимости: влияние количества вулканизирующих компонентов и их природы, соотношение полимеров ГСБС и ПП, содержание масла на физико-механические свойства, остаточную деформацию сжатия (ОДС), предел текучести расплава (ПТР) и

твердость по Шору А. Исследовали морфологию смеси при помощи оптического микроскопа фирмы Keyence, провели дифференциально-сканирующую калориметрию (ДСК) и золь-гель анализ полимерных смесей ГСБС с ПП.

Увеличение количества вулканизирующих компонентов, доли ГСБС и масла значительно снижают ОДС. Сравнили полученную смесь ГСБС/ПП с пространственным ТПВ на основе ЭПДМ/ПП. При длительном испытании ТПВ на основе ГСБС показал лучшие результаты по сравнению с ТПВ на основе ЭПДМ. Таким образом, уплотнители из ТПВ на основе ГСБС и ПП могут стать достойной заменой уплотнителям из ЭПДМ для оптических приборов, используемых в жестких условиях.

Список источников

- [1] **Karger-Kocsis, J.** Thermoplastic rubbers via dynamic vulcanisation / J. Karger-Kocsis, G. O. Shonaike, G. P. Simon // Polymer blends and alloys. — New York, Marcel Dekker, 1999. — P. 125–153.
- [2] **Naskar, K.** Dynamically vulcanized PP/EPDM blends-effects of multifunctional peroxides as crosslinking agents / K. Naskar, J. W. Noordermeer // Rubber chemistry and technology. — 2004. — Vol. 77. — P. 955–971.
- [3] **Naskar, K.** Thermoplastic elastomer based on PP/EPDM blends by dynamic vulcanization — A review / K. Naskar // Rubber chemistry and technology. — 2007. — Vol. 80. — P. 504–510.

Vulcanised thermoplastic seal for optical devices operating in severe environments

A. R. Akhmetov¹, A. E. Zaikin²

¹ Scientific and Production Association “State Institute of Applied Optics”, Kazan, Russia

² Kazan State Technological University, Kazan, Russia

In this paper we have researched the dynamic vulcanization effect on the features of hydrogenated block copolymer styrene-butadiene-styrene (HSBS) polymer blend with polypropylene (PP). We used various types of vulcanizing systems with changing quantity. Besides, we also compared the features of the resulting mixture of HSBS and PP with a thermoplastic vulcanizate based on ethylene-propylene rubber.

Keywords: Thermoplastic vulcanizate, Seal, Hydrogenated styrene-butadiene-styrene block copolymers, Compression set.