

tions: A review / M. Gigli [et al.] // Eur. Polym. J. – 2016. – Vol. 75. – P. 431–460. – DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2016.01.016

5. Preparation of PBS/PLLA/HAP Composites by the Solution Casting Method: Mechanical Properties and Biocompatibility / M. A. Khan [et al.] // Nanomaterials. – 2020. – Vol. 10 (9). – P. 1778–179.

УДК 678.046.3

Ю. К. Луканина, канд. хим. наук, науч. сотр.,

С. М. Ломакин, канд. хим. наук, зав. лаб.,

А. В. Хватов, канд. хим. наук, науч. сотр.

(ФГБУН «ИБФ им. Н.М. Эмануэля», г. Москва, Российская Федерация);

В. Д. Колногузенко, студ., В. О. Попова, студ.

(ФГБОУ ВО «МИРЭА», г. Москва, Российская Федерация)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОАНТИПИРЕНОВ В ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Пожароопасность полимерных материалов определяется их способностью к воспламенению и распространению процесса горения, а также последствиями этого процесса (дымообразование, токсичные продукты горения).

Как и прочие органические соединения, углеводородные эластомеры обладают высокой воспламеняемостью. Механизм горения полимеров включает совокупность различных физических и химических процессов (фазовые переходы, термоокислительная деструкция, образование новой фазы и т. д.), в результате которых исходное вещество превращается в нагретые до высокой температуры продукты сгорания [1]. Горение поддерживается за счет подвода тепла и кислорода к горючему материалу. Чтобы ингибировать процесс разрушения полимера – повысить его огнестойкость, нужно минимизировать влияние вышеперечисленных факторов. Этого можно достичь разными способами: синтез негорючих полимеров; химическая модификация полимеров; применение антипиренов; применение наполнителей; нанесение огнезащитных покрытий [2, 3].

Большое распространение получило использование в эластомерах галогенсодержащих антипиренов [2, 4–5]. Бромсодержащие соединения как антипирены обычно превосходят по эффективности хлорсодержащие соединения [2, 6]. Для повышения огнестойкости часто применяется триоксид сурьмы в качестве синергетической добавки. Но его недостатки – выделение дыма во время горения и токсичность, из-за чего ведутся работы по его замене на менее токсичные вещества. В качестве замены используют борат цинка, борат бария [6].

В резинах могут также применяться огнезащитные наполнители. Они не только снижают горючесть, но и могут повышать физико-механические свойства. Так, в галогенсодержащих эластомерах применяется гидроксид алюминия в смеси с боратами или оксидом сурьмы. Он действует и как антипирен, и как присадка, подавляющая выделение дыма. Добавки талька, каолина и коллоидной кремнекислоты незначительно повышают огнестойкость [2].

В настоящее время актуальным направлением в создании огнестойких резин является применение интумесцентных добавок, которые являются безопасными для окружающей среды огнезащитными веществами (производные гликолурила, пентаэритрит, меланин, биоантипирены) [7].

Материалы из резины находят своё применение в различных отраслях, включая авиа- и судостроение, космонавтику, добывающую отрасль и нефтепереработку. Они используются для создания узлов, отличающихся повышенной стойкостью к огню и способных эффективно функционировать в условиях крайне высоких или низких температур. В основном в таких материалах основой являются труднотвердеющие эластомеры [7].

Тем не менее часто существует необходимость применения резин на основе легковоспламеняющихся каучуков в изделиях, к которым предъявляются повышенные противопожарные требования.

В настоящей работе были исследованы композиции легковоспламеняющихся эластомеров НК (RSS-1), БНКС 28-АН, СКИ-3 с биоантипиреном (10, 20, 30 масс. %).

Раствор биоантипирена был получен методом жидкофазного каталитического окисления крахмалосодержащего растительного сырья. Затем раствор биоантипирена высушивали до постоянной массы, измельчали, в результате чего был выделен порошок со средним размером частиц 50 мкм.

Исследования термических характеристик полученных композиций проводили на термоаналитических весах TG 209 F1 фирмы «Netzsch» (ТГА) в динамическом режиме со скоростью нагрева 20°C/мин на воздухе. Навеска образцов составляла 5 мг.

На рисунках 1–3 представлены ТГА кривые исходных эластомеров и композиций на их основе.

Анализ данных дифференциального термического анализа (ДТА) для исследованных образцов продемонстрировал незначительное увеличение значений максимальной скорости потери массы образцов с ростом концентрации биоантипирена, введенного в композицию.

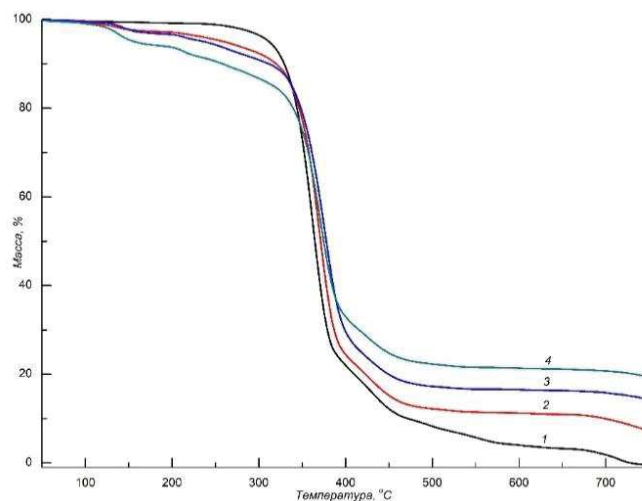


Рисунок 1 – ТГА кривые, где 1 - НК, 2 - НК - 10 % биоантипирена, 3 – НК - 20 % биоантипирена, 4 - НК - 30 % биоантипирена

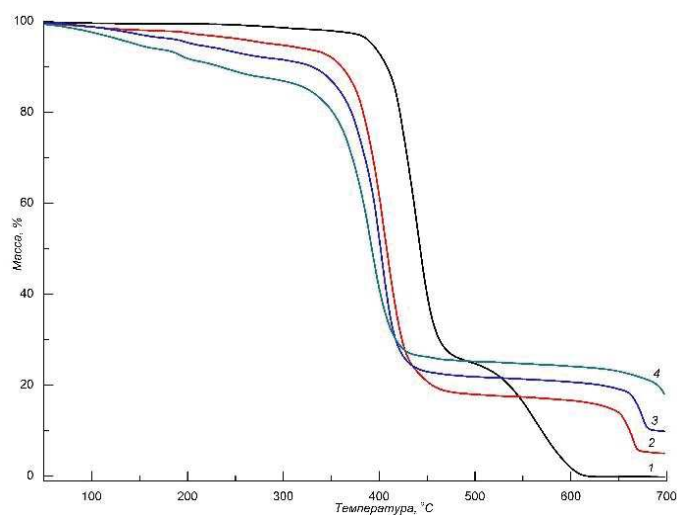


Рисунок 2 – ТГА кривые, где 1 – БНКС28-АН, 2 – БНКС28-АН – 10% биоантипирена, 3 – БНКС28-АН – 20% биоантипирена, 4 – БНКС28-АН – 30% биоантипирена

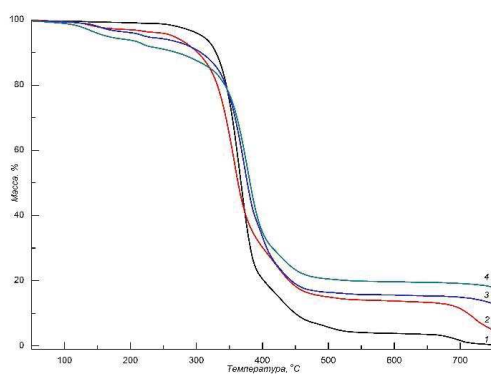


Рисунок 3 – ТГА кривые, где 1 – СКИ-3, 2 – СКИ-3 – 10% биоантипирена, 3 – СКИ-3 – 20% биоантипирена, 4 – СКИ-3 – 30% биоантипирена

Анализ полученных данных может указывать на снижение горючих характеристик композиционных материалов на основе каучуков с биоантипиреном. Данный факт непосредственно связан с воздействием интумесцентных биоантипиренов на уменьшение скорости тепловыделения в условиях горения смесевых образцов на основе легковоспламеняющихся эластомерных материалов. Это происходит за счет образования пенококса, обладающего низкой теплопроводностью и препятствующего проникновению кислорода в материал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асеева Р.М., Заиков Г.Е. Горение полимерных материалов. – М.: Наука, 1981. – 280 с.
2. Технология резины. Rezepturoстроение и испытания: пер. с англ / Дж. С. Дик. – СПб.: Научные основы и технологии, 2010. – 620 с.
3. Жирикова З. М., Алоев В. З., Тарчокова М. А. Огнестойкость полимерных материалов и способы ее повышения // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова. – 2019. – № 3 (25). – С. 43–48.
4. Повышение огнестойкости резины на основе БНК с использованием комбинаций трихлорэтилфосфата с различными антипиренами / Н. П. Петрова, Н. Ф. Ушмарин, Н. И. Кольцов // Вестник Казанского технологического университета, 2012. – Т. 15, № 19. – С. 94–97.
5. Патент RU 2496647 С1. Теплоотражающий огнестойкий слоистый резиноканевый защитный материал.
6. Бромированные антипирены, их воздействие на человека и окружающую среду / Е. В. Плешакова, Ю. С. Гусев. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2024. – 196 с.
7. Исследование механизма огнезащитного действия биоантипирена, полученного на основе окисленных соединений целлюлозосодержащей биомассы / С. М. Ломакин [и др.] // Химическая физика. – 2020. – Т. 39, № 11. – С. 58–66.