

УДК 678 074

Бу Мань Хунг, асп., А. Н. Гайдадин, канд. техн. наук, доц.
(ФГБОУ ВО «ВолгГТУ», г. Волгоград, Российская Федерация);
В. Ф. Каблов, д-р техн. наук, проф.
(ВПИ (филиал ФГБОУ ВО «ВолгГТУ»), г. Волжский, Российская Федерация);
Фам Ким Дао, канд. хим. наук, инженер
(Институт порохов и взрывчатых веществ, г. Ханой, Вьетнам);
Льонг Тхань Тыу, магистрант
(Университет имени Чан Дай Нгиа, г. Хо Ши Минь, Вьетнам)

РЕГУЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЭТИЛЕНПРОПИЛЕНДИЕНОВОГО КАУЧУКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

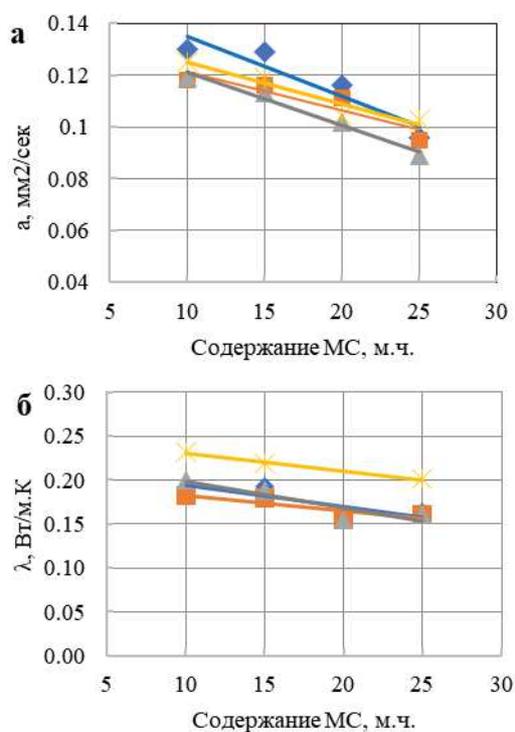
Огнезащитные полимерные покрытия чаще всего связывают со строительством, машиностроением либо судостроением. Эти области применения стали классическими для покрытий. Условия эксплуатации покрытий предполагают защиту от поражающих факторов пожара, а защитными эффекты обеспечиваются присутствием антипиренов или вспенивающих добавок в составе материала. Существенные изменения в принятую схему защиты внесла катастрофа в Мексиканском заливе, анализ последствий которой убедительно показал необходимость использования огнезащитных покрытий в конструкции нефтедобывающих платформ и элементов трубопроводов для транспортировки углеводородов. Одновременно сформировались требования к покрытиям, прежде всего с учётом непрерывного подвода пламени и распространения фронта огня при пожаре на платформе. В числе требований появились условия теплопоглощения, масса покрытия, регулирование теплопроводности по мере деструкции, устойчивость к пламенной струе и т.д. Как следствие, актуальной проблемой стало создание разрушающихся жертвенных покрытий нового типа.

Повышение эффективности огнезащитных жертвенных покрытий может быть достигнуто за счёт использования устойчивых к высокотемпературным воздействиям эластомеров, поглощения теплового потока за счет ингредиентов, склонных к фазовым переходам, увеличения теплоёмкости ингредиентов и организации их взаимодействия друг с другом с выделением в качестве продуктов веществ, обладающих способностью к поглощению тепла.

Для выполнения этих требований и реализации защиты конструкций целесообразно использовать функциональные наполнители из числа кристаллогидратов или способных вступать при нагреве в ре-

акции конденсации модификаторов [1, 2].

Однако не менее перспективным для огнезащитных покрытий на основе этиленпропилендиенового каучука является регулирование теплопроводности, что достигается за счёт использования в роли наполнителей полых стеклянных микросфер. Ранее было экспериментально показано их существенное влияние на повышение эффективности покрытия под воздействием разрушающих факторов пламени [3, 4], что связано, в том числе, с изменением теплофизических показателей эластомерного материала. Микросферы оказывают влияние на технологические свойства, в частности параметры вулканизации [5], эластомерных композиций. В результате покрытия соответствуют техническими и технологическими показателями, уровень которых определяется типом и концентрацией микросфер в матрице эластомера.



◆ При 25 град. С ■ При 50 град. С ▲ При 75 град. С ✕ При 100 град. С
Рис. Зависимость изменения коэффициента температуропроводности (а) и коэффициента теплопроводности (б) исследуемых композиций от содержания стеклянных микросфер.

В приведённых данных (рисунок) показано влияние стеклянных микросфер на теплофизические характеристики эластомерных композиций на основе каучука СКЭПТ-40. Теплоёмкость композиций изменяется по типичной аддитивной зависимости, уменьшаясь с повышением содержания сфер в матрице. Изменение коэффициентов тепло-

проводности и температуропроводности имеет линейный характер для всех выбранных температур испытаний.

Эффективным способом регулирования эксплуатационных параметров эластомерных огнезащитных покрытий является формирование в матрице материала предпиролизного слоя при температурах, значительно меньших, чем температура деструкции эластомерной матрицы. Минеральные микросферы имитируют пористую структуру и способствуют снижению теплопроводности, но их использование уменьшает процентное содержание каучука и снижает теплоёмкость композиции. Более предпочтительными являются полимерные монолитные сферы, которые имеют высокую теплоёмкость, а собственные им значения теплопроводности снижают темп прогрева материала [6]. Полимерные сферы способны разрушаться с выделением газов и обеспечивать формирование пористого слоя при температурах, значительно ниже температур деструкции каучука. В результате эластомерная композиция обладает низкой теплопроводностью, а в её матрице формируется пористый слой при температурах, значительно ниже температур деструкции. Ширина пористого слоя незначительна, но его появление способствует существенному снижению скорости прогрева покрытия.

Таблица – Показатели эффективности эластомерных композиций, содержащих полимерные микросферы, при воздействии высокотемпературного теплового потока

Марка сферы	Содержание сфер, масс. ч.	Время достижения температуры 100°C на необогреваемой стороне образца, с	Диаметр образцов после нагрева d, мм	Соотношение объемов образцов до и после испытания v/v_0 , %
Базовая смесь	0	326	32	113,8
Сфера 1	10	336	39	169,0
	20	543	62	427,1
Сфера 2	10	362	37	152,1
	20	355	38	160,4
	30	390	64	455,1
Сфера 3	10	707	44	215,1
	20	550	68	513,7
	30	520	72	576,0

Выбор сфер связан с особенностями их строения и функционирования при температурном воздействии. Микросферы имеют полимерную оболочку, внутри которой находится газ. При достижении температуры

плавления полимерной оболочки нарушается целостность сфер, высвобожденный газ способствует образованию пористого слоя в эластомерной матрице [6]. Основным преимуществом сфер является известная температура начала их расширения, что позволяет сформировать пористый предпиролизный слой в необходимом температурном интервале.

В результате проведенных исследований показана возможность использования микросфер в качестве функциональных наполнителей, позволяющих регулировать теплофизические показатели покрытия и параметры предпиролизного слоя в матрице эластомера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние модификаторов теплопоглощения на характеристики композиционных эластомерных материалов / Мань Хунг Ву, А. Н. Гайдадин, И. П. Петрюк, Ким Дао Фам, Х. С. Абзальдинов // Промышленное производство и использование эластомеров. – 2021. – № 1. – С. 16–22.

2. Модификации композиций на основе этиленпропиленового каучука водогенерирующими добавками для защиты от термостарения / Мань Хунг Ву, А. Н. Гайдадин, И. П. Петрюк, Ким Дао Фам, О. Р. Ключников // Промышленное производство и использование эластомеров. – 2021. – № 2. – С. 19–25.

3. Исследование эластомерных огнетеплозащитных материалов, содержащих микросферы, обработанные плазмой / В. Ф. Каблов [и др.] // Клеи. Герметики. Технологии. – 2023. – № 10. – С. 17–21. – DOI: 10.31044/1813-7008-2021-0-10-17-21.

4. Физико-механические, теплофизические и огнезащитные свойства эластомерных композиций на основе этиленпропиленового каучука, наполненных полыми алюмосиликатными микросферами / В. Ф. Каблов, О. М. Новопольцева, В. Г. Кочетков, В. В. Пудовкин // Журнал прикладной химии. – 2017. – Т. 90. Вып. 2. – С. 236–240.

5. Влияние характеристик стеклянных микросфер на процесс вулканизации эластомерных композиций, используемых в качестве огне- и теплозащитных материалов / М. Х. Ву [и др.] // Каучук и резина. – 2024. – Т. 83, № 1. – С. 34–39. – DOI 10.47664/0022-9466-2024-83-1-34-39.

6. Исследование влияния полимерных микросфер на эффективность эластомерных огне- и теплозащитных покрытий / Мань Хунг Ву, А. Н. Гайдадин, В. Ф. Каблов, Д. А. Нилидин, Н. В. Сидоренко, Т. Т. Лыонг // Каучук и резина. – 2024. – Т. 83, № 6. – С. 334–339. – DOI: 10.47664/0022-9466-2024-83-6-334-339.