

В. Ф. Каблов, Н. А. Кейбал, Т. В. Крекалева,  
А. Г. Степанова, Г. Е. Заиков

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИДРОФИЛЬНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ

*Ключевые слова:* эпоксидные композиции, гидрофильный наполнитель, сополимер акриламида, огнестойкость.

*Разработаны и исследованы огнестойкие водосодержащие эпоксидные композиты. Установлено влияние содержания гидрофильного наполнителя на огнестойкость эпоксидных полимеров на основе эпоксидных олигомеров.*

*Keywords:* epoxy composites, hydrophilic filler, acrylamide copolymer, fire resistance.

*Fire resistant water containing epoxy composites have been developed and studied in the work. The influence of hydrophilic filler content on the fire resistance of the epoxy polymers based on epoxy oligomers has been established.*

В настоящее время актуальной задачей является расширение спектра технологических и эксплуатационных характеристик композиционных материалов на основе эпоксидных олигомеров. Полимерные композиты на основе эпоксидных смол находят широкое применение в качестве конструкционных материалов и адгезивов. Преимуществами эпоксидных композитов являются: хорошая адгезия к армирующим элементам, отсутствие выделения летучих побочных продуктов при отверждении, пониженная усадка [1-2]. Однако в ряде случаев использование эпоксидных композитов ограничивается их невысокой термостойкостью и огнестойкостью [3]. Одним из преимуществ эпоксидных смол является широкая возможность регулирования их состава путем введения различных модификаторов (наполнителей, пластификаторов, антипиренов и т.д.), в результате чего возможно получение материалов с заданным комплексом свойств [4]. Известны огнезащитные полимерные композиции с микрокапсулированными огнегасящими жидкостями (галоген-фосфорсодержащими, водой и др.). Микрокапсулирование существенно улучшает технологические и функциональные свойства самых различных продуктов и значительно расширяет область их применения.

В работе исследовано влияние содержания гидрофильного наполнителя на огнестойкость композитов на основе эпоксидной смолы марки ЭД-20 (ГОСТ 10587-84).

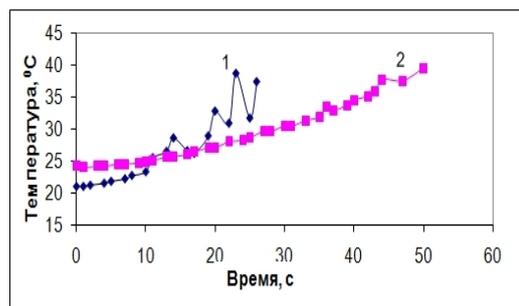
В качестве гидрофильного наполнителя применялся сополимер акриламида POLYSWELL. Сополимер акриламида представляет собой гранулы белого цвета, плотность – 0,8-1,0 г/см<sup>3</sup>, хорошо набухающие в воде с образованием полимерного геля. В растворах амидная группа проявляет слабоосновные свойства за счет неподеленной пары электронов на атоме азота, что является причиной нехимического взаимодействия полимера с водой.

Композиции получали на основе эпоксидной смолы путем последовательного смешения компонентов: смолы ЭД-20, наполнителя – сополимер акриламида POLYSWELL в виде гранул предварительно набухший в воде в массовом соотношении 1:10, отвердителя – полиэтиленполиамина (ТУ

2413-357-00203447-99). Полученные реакционные смеси заливали в формы, и проводили отверждение без подвода тепла в течение 24 ч. Образцы для измерений имеют следующие размеры: диаметр – 50 мм, толщина – 5 мм.

С целью определения эффективности разработанных огнестойких композитов проведены испытания путем воздействия на образец источника открытого огня, используя универсальную газовую горелку Бунзена. С помощью пирометра С-300.3 (ГОСТ 28243-96), регистрировали изменение температуры на необогреваемой поверхности опытного образца до момента достижения предельного состояния опытного образца или с течением заданного времени. За предельное состояние материала было принято потеря целостности образца. Принцип работы пирометра основан на измерении мощности теплового излучения объекта измерения преимущественно в диапазонах инфракрасного излучения и видимого света

Данная методика исследования была выбрана для определения огнезащитных свойств эпоксидных композиций. Результаты этих испытаний приведены на рисунках 1 и 2.



**Рис. 1 – Зависимость температуры образца с необогреваемой поверхности от времени воздействия открытого огня: 1 – исходный эпоксидный композит; 2 – эпоксидный композит, содержащий гидрофильный наполнитель**

Как видно из рисунка 1, нарушение целостности контрольного образца происходит на 15 секунде, о чем свидетельствуют колебания температуры на кривой 1. Наполненный образец (содержащий

15 % гидрофильного наполнителя) сохраняет целостность до 50 секунд, при горении наблюдается искрообразование, что, по-видимому, связано с впрыском воды в зону горения, кроме того при удалении пламени происходит самозатухание образца в течение 2-3 с.

В работе исследовано влияние содержания гидрофильного наполнителя от 5 до 20%, на огнестойкость композитов (рис. 2).

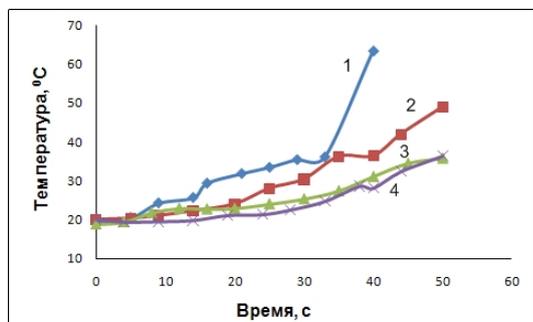


Рис. 2 – Зависимость температуры образца с необогреваемой поверхности от времени воздействия открытого огня на эпоксидный композит, содержащий гидрофильный наполнитель в количестве: 5 % (1), 10 % (2), 15 % (3) 20 % (4)

При измерении температуры на необогреваемой поверхности водосодержащих композитов в течение заданного времени (50 секунд), установлено, что, огнезащитные свойства повышаются при увеличении содержания гидрофильного наполнителя от 10 % до 20 %, образец с 5 % содержанием наполнителя разрушается на 33 секунде (рисунок 2).

В таблице приведены результаты испытаний образцов на водопоглощение (ГОСТ 4650-80) и огнестойкость.

Предлагаемые композиции обеспечивают значительное увеличение огнестойкости и водостойкости по сравнению с исходным образцом. Время достижения предельного состояния опытных образцов увеличивается в 2,5 раза.

Таблица – Оценка водостойкости и огнестойкости эпоксидных композитов

Испытания	Содержание наполнителя в композите, % от массы эпоксидной смолы				
	Исходный образец без наполнителя	5	10	15	20
	Показатель для композиции				
Водопоглощение, %	0,41	0,33	0,24	0,28	0,28
Время достижения предельного состояния, с	15,0	35,0	50,0	50,0	50,0
Температура необогреваемой стороны образца через 25 с, °C	Образец разрушен	33,0	28,0	24,0	20,0

Водосодержащие композиции исследовались на горючесть в соответствии с ГОСТ 28157-89

методом оценки скорости горизонтального распространения пламени по поверхности. Данные представлены на рисунке 3, из которого видно, что наилучшие результаты получены при содержании наполнителя 15 и 20 %. Так, скорость горизонтального горения по исходному образцу составляет 18 мм/мин, а с использованием указанного наполнителя 3 мм/мин.

Под действием пламени происходят своеобразные микровзрывы и впрыск огнегасящей жидкости – воды в зону горения. При этом замедление горения осуществляется, по всей видимости, за счет поглощения значительного количества тепла, обусловленного высокой теплоемкостью и высокой теплотой парообразования воды. Также возможным фактором снижения скорости распространения пламени является вытеснение водой компонентов реакции горения из зоны реакции.

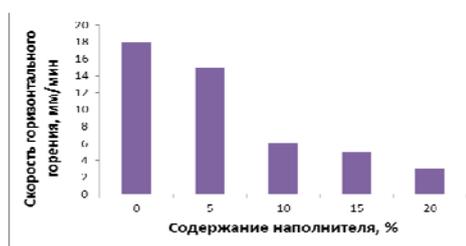


Рис. 3 – Оценка скорости горизонтального распространения пламени по поверхности эпоксидных композитов

Таким образом, в данной работе разработаны и исследованы свойства водосодержащих эпоксидных композитов и показана возможность применения гидрофильного наполнителя в качестве добавок, повышающих огнестойкость отвержденных эпоксидных композиций на основе смолы ЭД-20.

Одним из важных выводов данной работы является высокая перспективность метода модификации эпоксидных композитов в целях придания им заданных специфических свойств с помощью наполненных микрокапсулированных материалов.

### Литература

1. *Еселев, А.Д.* Состояние и перспективы развития производства эпоксидных смол и отвердителей для клеев в России / А.Д. Еселев, В.А. Бобылев / Клеи, герметики, технологии. - 2006. - №7. - 2-8 с.
2. *Амирова, Л.М.* Композиционные материалы на основе эпоксидных олигомеров: Учебное пособие / Л.М. Амирова, М.М. Ганиев, Р.Р. Амиров. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2002. - 167 с.
3. *Копылов, В.В.* Полимерные материалы с пониженной горючестью / В.В. Копылов, С.Н. Новиков. / Москва: Химия, 1986. – 224 с.
4. *Берлин, А.А.* Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: Учебное пособие / Кербер М.Л., Виноградов В.М., Головкин Г.С., Халиулин В.И., Бунаков В.А. / Под ред. А.А. Берлина. – СПб.: Профессия, 2008. 560 с.