

классификацию по защитным свойствам. В сравнении с эвакуацией, является более мобильным способом защиты. За счет частично подготовки заранее, об этом свидетельствует наличие оборудования. В то время как, любой ПРВ требует сбор, перевозку, развёртывание того же самого оборудования. Решение конструкторских задач и научные достижения позволяют увеличивать одновременно количественные и качественные характеристики, приводя к разработке новых проектов.

Список информационных источников

1. Федеральный закон от 21.12.1994 N 68-ФЗ (ред. от 08.03.2015) "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" (21 декабря 1994 г.)
2. ГОСТ Р 22.0.02-94: Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий.
3. <http://mchs-orel.ru/osnovnye-meropriyatiya-po-zashhite-naseleniya-ot-chs/>
4. http://civil_protection.academic.ru/453/%D0%98%D0%BD%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F
5. СП 88.13330.2014 Защитные сооружения гражданской обороны. Актуализированная редакция СНиП II-11-77*
6. http://bgd.bti.secna.ru/v-pomosch-studentu/uchebnik_bgd/glava-6/6-1-zaschitnye-sooruzheniya-grazhdanskoy-oborony
7. <http://www.novate.ru/blogs/120314/25693/>

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ТЕРМИЧЕСКУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ И МЕХАНИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ

Мельникова Т.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Назаренко О.Б., д.т.н., профессор кафедры
экологии и безопасности жизнедеятельности*

Эпоксидные полимеры обладают высокой адгезионной способностью, химической стойкостью, хорошими механическими свойствами, благодаря чему они находят широкое применение в промышленности и быту в качестве клея, для изготовления стеклопластиков, лакокрасочных покрытий, армированных пластиков, заливочных компаундов. Недостатком изделий и материалов на основе эпоксидной смолы является повышенная горючесть.

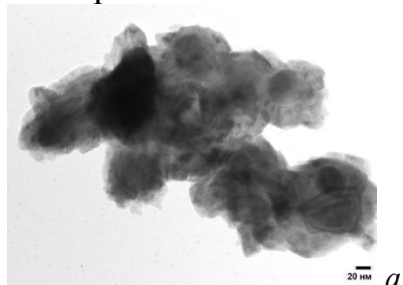
Проблема горючести полимеров и полимерных материалов является крайне актуальной в наше время. Снижение горючести достигается в основном путем модификации или введением в материал замедлителей горения [1]. Введение добавок, снижающих пожарную опасность полимерных материалов, может привести к ухудшению эксплуатационных и технологических свойств, а также удорожанию материала. Поэтому основной задачей является оптимизация комплекса характеристик создаваемого материала [2].

Целью работы является исследование термической стабильности и механической прочности эпоксидных композитов при введении в нее замедлителей горения в качестве наполнителей в высокодисперсном состоянии.

Объектом исследования являлись полимеры на основе эпоксидной смолы ЭД-20, в качестве отвердителя использовался полиэтиленполиамин (ПЭПА), а в качестве наполнителя – нанодисперсный порошок алюминия (НП Al); нанодисперсный порошок окисленной меди, полученный в среде CO_2 [3] (НП Cu); высокодисперсные порошки борной кислоты H_3BO_3 и природного цеолита Сахаптинского месторождения.

Полученные образцы эпоксидных композитов, а также исходные вещества исследованы методом сканирующей электронной микроскопии (JEOL JSM-7500FA, JEM-2100F, TM-3000) и термического анализа (SDT Q600). Для определения физико-механических свойств полученных композитов использовали универсальную испытательную машину GOTECH AI-7000M.

По данным электронной микроскопии (рис. 1, а) НП Al является полидисперсной системой, состоящей из частиц микрометрового (~ 10 мкм) и нанометрового диапазонов. Частицы НП Cu имеют рыхлую поверхность (рис. 1, б). Частицы борной кислоты H_3BO_3 имеют размер менее 40 мкм и представляют собой чешуйчатые кристаллы, состоящие из плоских слоев толщиной приблизительно 100 нм (рис. 1, в).



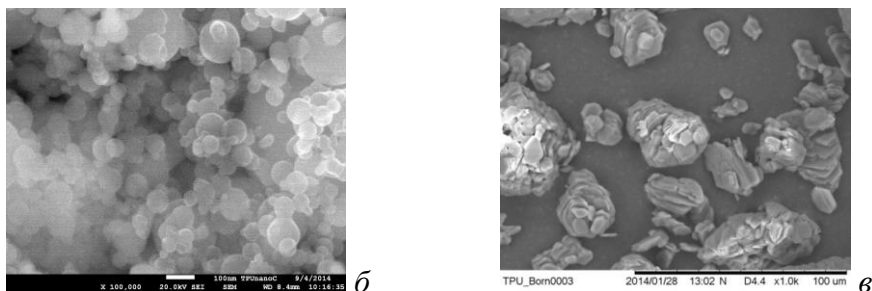


Рис. 1. Микрофотографии нанопорошка алюминия (а), меди (б), микропорошка борной кислоты (в)

На рис. 2 приведены графики зависимости остаточной массы образцов от концентрации наполнителя борной кислоты (0, 5, 10 и 15 %) и температуры. С увеличением концентрации наполнителя остаточная масса в ходе термоокислительной деструкции увеличивается.

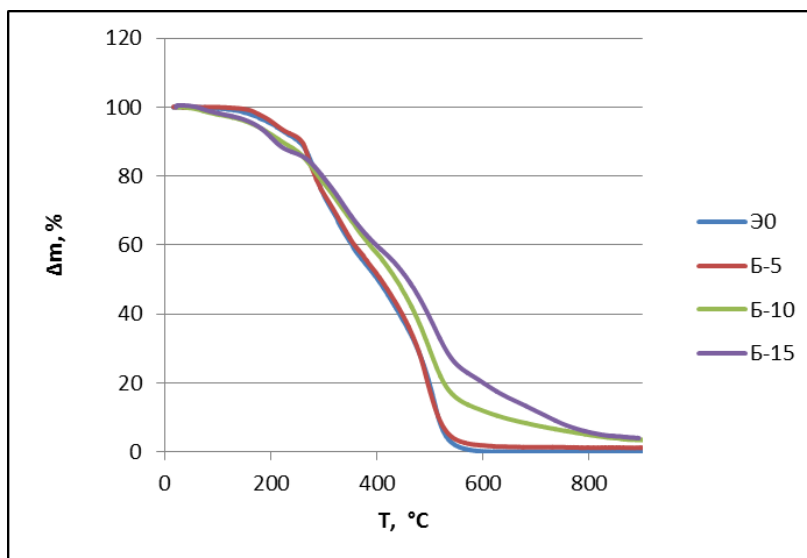


Рис. 2. Зависимости остаточной массы образцов от концентрации и температуры

Из анализа результатов термических испытаний можно судить о положительном влиянии наполнителей на термическую стабильность эпоксидных полимеров. По графику (рис. 3) видно, что наибольшую термическую стойкость имеет образец ЭАБЦ (5 % НП Al, 10 % H_3BO_3 и 1 % цеолита). При температуре 600 °C (температура окончания основной стадии термоокислительной деструкции) он имеет наибольшую остаточную массу 14,6 мас. %.

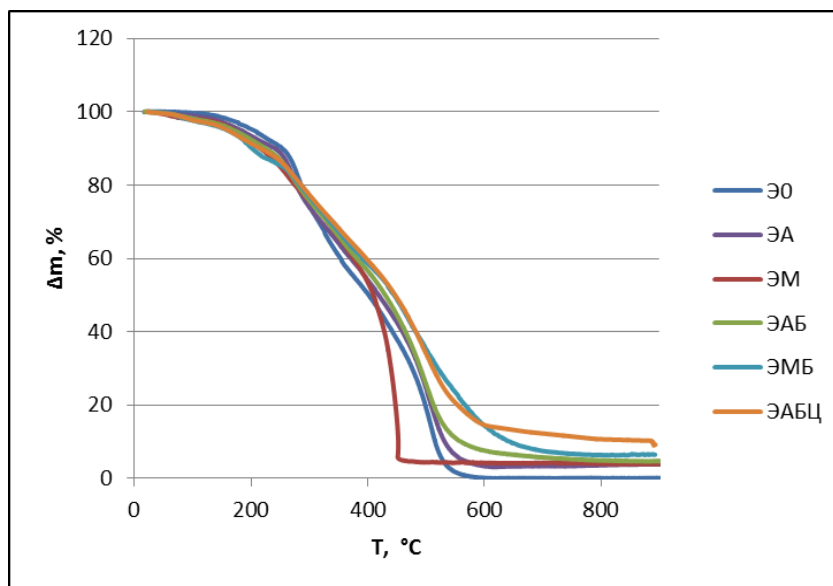


Рис. 3. Зависимости остаточной массы образцов от температуры и наполнителя: Э0 – эпоксидная смола, ЭА – эп. смола с НП Al (5%), ЭМ – эп. смола с НП Cu (5%), ЭАБ – эп. смола с НП Al (5%) и H_3BO_3 (10%), ЭМБ – эп. смола с НП Cu (5%) и H_3BO_3 (10%), ЭАБЦ – эп. смола с НП Al (5%), H_3BO_3 (10%) и цеолитом (1%)

В табл. 1 представлены результаты механических испытаний. С увеличением концентрации наполнителя борной кислоты до 10 % физико-механические характеристики улучшаются. Растет модуль упругости и максимальная сила. Но при концентрации наполнителя 15 % механические характеристики образца резко падают. Использование нанопорошка положительно влияет на механические характеристики. Образец с совместным использованием нанопорошка Al (5%) и микродисперсного порошка H_3BO_3 (10%) лучше противостоит деформации, чем образец с НП Al. Введение в полимер нанодисперсных частиц алюминия обеспечивает формирование мелкокристаллической и менее дефектной структуры полимера, что способствует улучшению сшивок молекул эпоксидной смолы.

Таблица 1

Результаты механических испытаний

№ п/п	Наполнитель	Модуль упругости, МПа	Максимальная сила, кгс
1	Эпоксидный полимер	569,33	8,90
2	Эп. полимер + 5% H_3BO_3	623,20	9,36
3	Эп. полимер + 10% H_3BO_3	901,53	9,48
4	Эп. полимер + 15% H_3BO_3	424,78	7,61
5	Эп. полимер + 5%НП Al	1248,12	11,90

6	Эп. полимер + 5%НП Al + 10%Н ₃ ВО ₃	1380,01	11,11
---	--	---------	-------

По результатам, полученным в работе, можно сделать вывод, что наполнитель, ортоборная кислота, концентрацией до 10%, не только снижает горючесть эпоксидных композитов, что приводит к уменьшению количества летучих продуктов, но и улучшает физико-механические характеристики полимера. При совместном использовании наполнителей можно наблюдать еще более выгодное улучшение термических и механических характеристик.

Список информационных источников

- 1.Кодолов В.И. Замедлители горения полимерных материалов. – М.: Химия, 1980. – 274 с.
- 2.Берлин А.А. Горение полимеров и полимерные материалы пониженной горючести // Химия. – 1996. – №9 – С. 57-63.
- 3.Амелькович Ю.А., Назаренко О.Б., Сечин А.И. Контроль термической устойчивости нанодисперсных металлов // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 13. – С. 192-195.

ОЦЕНКА ДЕТОКСИЦИРУЮЩЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГУМИНОВЫХ И ГИМАТОМЕЛАНОВЫХ КИСЛОТ С ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ В ВОДНЫХ СРЕДАХ НА ПРИМЕРЕ ФЕНАНТРЕНА

¹Мирзобекзода М.П., ²Мальцева Е.В., Шеховцова¹Н.С.

¹Томский политехнический университет

²Институт химии нефти Сибирского отделения РАН

Научный руководитель: Шеховцова Н.С., к.х.н., доцент кафедры
экологии и безопасности жизнедеятельности

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – органические соединения, представляющие особый интерес из-за их токсичных и канцерогенных свойств [1]. Фенантрен, типичный представитель ПАУ, антропогенными источниками поступления которого в окружающую среду являются каменноугольная смола, нефть и продукты ее переработки, сигаретный дым и т.п. Длительный контакт с фенантреном приводит к снижению содержания гемоглобина в крови и вызывает лейкоцитоз [2].