

*Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів.
Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 25-26 листопада 2015.*

Секція: НОВІ МАТЕРІАЛИ, МІЦНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ

УДК 667.64:678.026

А.В. Акимов

Херсонская государственная морская академия, Украина

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ, ОТВЕРЖДАЕМОЙ ПОЛИЭТИЛЕНПОЛИАМИНОМ С ДОБАВЛЕНИЕМ ТРИХЛОРЕТИЛФОСФАТА

A.V. Akimov

PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF EPOXY RESIN SOLIDIFICATION POLYETHYLENEPOLYAMINE WITH THE ADDITION OF TRICHLOROETHYL

К наиболее широко применяемым термореактивным связующим относятся эпоксидные полимеры. Такие материалы имеют сложную трехмерную молекулярную структуру, которая обеспечивает полимеру высокую жесткость, хорошую теплостойкость и стойкость к действию агрессивных сред. Между тем, как полимеры, имеющие сетчатую структуру, они характеризуются невысокой ударной устойчивостью и низким сопротивлением к трещинообразованию. Основными недостатками эпоксидных полимеров являются легкая воспламеняемость и жесткость полимерной цепи, обуславливающая низкие устойчивость к статическому и динамическому изгибу.

Для снижения пожарной опасности помимо активных средств предупреждения и защиты от развития очага пожара в конструкции должна использоваться пассивная защита, затрудняющая возникновение и предотвращающая развитие очага пожара, т.е. должны применяться материалы, имеющие низкую пожарную опасность. Таким образом, создание полимерных материалов с пониженной горючестью и повышенными физико-механическими свойствами, которые применяются для защиты механического и энергетического оборудования, представляет собой весьма актуальную задачу. Это не только поиск оптимального замедлителя горения для конкретного материала и снижение его горючести, а также сохранение и улучшение всего комплекса свойств полимера.

На сегодня широко и эффективно используют композиционные материалы (КМ) на основе эпоксидиановой смолы ЭД-20 (ГОСТ 10587-84) и отвердителя полиэтиленполиамины ПЭПА (ТУ 6-05-241-202-78). Предварительно установлено, что оптимальным содержанием отвердителя ПЭПА для отверждения ЭД-20 является 10 масс.ч. отвердителя на 100 масс.ч. эпоксидиановой смолы.

Использование эпоксидных смол в различных отраслях техники в качестве клеев, огне- и коррозионностойких покрытий, компаундов и связующих в производстве КМ предопределяет поиск новых модифицирующих добавок для обеспечения эпоксидным композитам пониженной горючести и высоких деформационно-прочностных свойств, удовлетворяющих требованиям большинства отраслей промышленности. Снижение воспламеняемости и горючести полимеров и создание пожаробезопасных материалов для элементов энергетического оборудования – актуальная проблема, требующего неотложного решения.

Для снижения горючести эпоксидных полимеров, относящихся к классу карбонизирующихся материалов, в качестве замедлителей горения эффективнее использовать фосфорсодержащие соединения, инициирующие процессы карбонизации. Как показал проведенный анализ, для решения поставленной проблемы в качестве

модифікуючих добавок можна використовувати пластифікатор-антипірен трихлоретилфосфат (ТХЕФ), одночасно пластифікуючий епоксидну матрицю і знижуючий її горючість. В якості отвердителя епоксидного олигомера застосовували поліетиленполіамін (ПЕПА).

В зв'язі з цим застосування ТХЕФ, що містить в своєму складі інгібітори горіння, такі як фосфор Р і хлор СІ, впливає на процеси структуризації полімера при впливі на нього підвищених температур, що дозволяє нівелювати недоліки епоксидних полімерів – їх легку воспламеняемость і високу горючість.

Наявність в ТХЕФ інгібітора горіння – фосфора Р, може сприяти структуризації епоксидного полімера і збільшує коксоутворення. Піроліз ТХЕФ відбувається в температурному інтервалі, близькому до температури розкладання епоксидного полімера, що забезпечує вплив продуктів їх розкладання на руйнування епоксидної композиції, внаслідок чого вони стають ефективними антипіренами для епоксидного полімера.

При формуванні матриці з підвищеними фізико-механичними властивостями була встановлена наступна послідовність гідродинамічного суміщення і масовий склад компонентів. Спочатку проводили гідродинамічне суміщення епоксидного олигомера 100 мас.ч. ЕД-20 з пластифікатором ТХЕФ (10, 20, 30 і 40 мас.ч.), потім їх УЗО, після чого в отриманий склад вводили отвердитель ПЕПА з розрахунку на концентрацію ЕД-20, а саме 10 мас.ч. Отримані в результаті гідродинамічного суміщення композиції витримували в часі $\tau = 12$ ч при кімнатній температурі, після чого шили в термічному шкафу при наперед заданих температурах (в часі $\tau = 2$ ч). Після цього отримані зразки витримували $\tau = 24$ ч при кімнатній температурі, потім проводили дослідження фізико-механичних властивостей розроблених матеріалів.

Результати попереднього дослідження адгезійних властивостей досліджуваних композитів показали, що оптимальні їх значення спостерігали при температурах шивання $T = 393$ і $T = 413$ К.

На основі результатів експериментальних досліджень можна констатувати наступне.

1. Встановлено оптимальне вміщення пластифікатора-антипірена трихлоретилфосфата ТХЕФ ($q = 10 \dots 20$ мас.ч.) в епоксидній матриці з покращеними фізико-механичними властивостями, що складається з епоксидного олигомера ЕД-20 (100 мас.ч.), отверджуваної поліетиленполіаміном ПЕПА (10 мас.ч.). В цьому випадку утворюється матеріал з наступними властивостями: руйнівні напруження при вигині $\sigma_{32} = 54,6 \dots 60,2$ МПа, модуль пружності при вигині $E = 3,5 \dots 3,7$ ГПа.

2. Додатково встановлено, що показники ударної в'язкості композитів при введенні в епоксидний олигомер пластифікатора ТХЕФ збільшуються порівняно з не пластифікованою епоксидною матрицею в 1,3 рази. При цьому максимальною здатністю протидіяти ударній навантаженню і його тріщиностійкості відрізняється композитний матеріал при вміщенні пластифікатора $q = 20$ мас.ч., сформований при температурі $T = 393$ К. Ударна в'язкість такого композита становить $W = 9,3$ кДж/м².

3. Ввиду незначительної різниці в значеннях фізико-механичних показників, отриманих епоксиолімерів з вміщенням пластифікатора $q = 10$ і $q = 20$ мас.ч. в інтервалі температур шивання $\Delta T = 373 \dots 453$ К обрали оптимальну концентрацію ТХЕФ $q = 10$ мас.ч, що дозволить скоротити витрати на виробництво пластифікованих полімерних матриць.