**Препреговые связующие на основе фосфорсодержащих эпокси-бензоксазиновых композиций и углепластики на их основе**

***Аэрайгули Куомалибиекэ, Каюмов И.Р., Андрианова К.А.***

*Аспирант, 2 год обучения*

*Казанский национальный исследовательский технический*

*университет им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань, Россия  
E-mail:* [arai0415@mail.ru](mailto:arai0415@mail.ru)

Разработка связующих для трудногорючих углепластиков с высокими эксплуатационными свойствами является в настоящее время актуальной задачей. В этом плане бензоксазиновые мономеры и олигомеры являются наиболее перспективными и исследования по повышению их огнезащитных свойств постоянно расширяются. Немаловажной проблемой при создании связующих на основе бензоксазинов остается снижение их хрупкости и улучшение технологичности.

Целью данной работы является разработка состава фосфорсодержащей эпокси-бензоксазиновой композиции для получения препрегового связующего с необходимыми технологическими и эксплуатационными свойствами и пониженной горючестью композитов на его основе.

Для подбора и оптимизации состава связующего для углепластиков методами ротационной вискозиметрии, дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК), динамического механического анализа (ДМА), оптической микроскопии и механических испытаний изучались реологические свойства композиций, оптимизировался процесс получения препрегов, оценивалась их липкость, моделировался процесс неизотермического отверждения и выбирался режим формования. Для полученных углепластиков определены упруго-деформационные и прочностные характеристики и теплостойкость.

В работе безрастворным методом были синтезированы бензоксазины на основе бисфенола А и анилина, а также ряда диаминов и фенола. В качестве исходных компонентов использовались также ряд эпоксидиановых и эпоксиноволачных смол и глицидиловые эфиры кислот фосфора. Выбрана определенная стратегия совмещения жидких и твердых компонентов композиций и оптимизированы технологические режимы процесса получения связующего.

Были получены составы с необходимыми реологическими свойствами для пропитки и оптимизирован температурный режим пропитки. Для регулирования характеристик липкости препрегов на основе предложенных связующих в работе впервые использован подход, основанный на взаимосвязи липкости и хрупкости олигомерных композиций.

По данным ДСК анализа неизотермического отверждения композиций оптимизированы температурно-временные режимы формования композитов в вакуумном мешке с использованием программы Thermokinetics 3. Результаты проведенных ДМА исследований показали, что разработанные составы позволяют получать композиты с высокой теплостойкостью (Тg≈250 °C). Механические испытания углепластиков на основе эпокси-бензоксазиновых композиций продемонстрировали хорошие жесткостные и прочностные характеристики.

В ходе исследований на горючесть установлено, что все составы имеют класс горючести V-0 по стандарту UL94, оплавления и каплепадения не наблюдается, полимеры имеют высокий коксовый остаток.

Таким образом, по результатам исследований разработаны новые фосфорорганические эпокси-бензоксазиновые составы для получения препрегов на основе углетканей различного переплетения.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-23-00133, https://rscf.ru/project/23-23-00133/.*