ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/226

**ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ПОВРЕЖДЕННОСТИ
ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ НА
ОСНОВЕ НАНОМОДИФИЦИРОВАННОГО ЭПОКСИДНОГО СВЯЗУЮЩЕГО**

¹Кисельков Д.М., ²Аношкин А.Н., ²Шипунов Г.С.,

¹*Институт технической химии УрО РАН, Пермь, Россия*

²*ФГБОУ ВО Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия
dkiselkov@yandex.ru*

В настоящее время мировой тенденцией в различных отраслях промышленности, а особенно в авиастроении, является замена металлических сплавов на полимерные композиционные материалы (ПКМ), которые позволяют добиться значительного снижения веса изделия и повышения эксплуатационных характеристик. При этом уже широко реализуется на практике внедрение композитов не только в слабонагруженные элементы, но и в конструкцию ответственных силовых узлов. Зачастую такие объекты находятся в условиях сложно-напряженного состояния, подвергаются комплексному воздействию внешних природных факторов. Для эффективного применения ПКМ в различных конструкциях важен выбор оптимальной схемы армирования, позволяющей наиболее полно реализовать механические свойства композита для различных вариантов эксплуатационных нагрузок. Высокие значения таких показателей, как удельная прочность и жесткость композита, достигаются главным образом за счет повышения характеристик армирующего наполнителя. Однако, механические характеристики композиционного материала обусловлены не только армирующим наполнителем, но и соответствующими параметрами второго компонента – матрицы. Упруго-прочностные характеристики полимерной матрицы на порядок уступают аналогичным показателям армирующих волокон. Однако, функция матрицы сводится не только к скреплению наполнителя, но и обеспечению достаточного уровня прочности при сжатии, межслоевом сдвиге, сопротивления усталости, длительной прочности, стойкости к воздействию внешней среды.

В последнее время активно исследуется модификация полимерной матрицы путем введения в композицию в качестве наполнителей наночастиц, поскольку показано, что их присутствие может существенно влиять на свойства получаемых материалов [1]. Наряду с повышением прочностных характеристик, в случае использования углеродных нанотрубок (УНТ) даже при доле наполнителя менее 0,1 % достигается порог перколяции и происходит увеличение электрической проводимости на несколько порядков величины. Таким образом модификация полимерного связующего ПКМ авиационного назначения УНТ позволяет обеспечить радиопрозрачность и защиту от статического электричества и молниезащиту. Кроме того, особый интерес представляет возможность оценки накопления дефектов в изделиях из ПКМ в процессе эксплуатации по изменениям электропроводности.

В данной работе проведена оценка возможности использования «пропиточной» технологии (вакуумная инфузия) для получения образцов из ПКМ, содержащего связующее, модифицированное различными УНТ. Для исследования были выбраны УНТ российского производства: многослойные УНТ «Таунит-М» (Нанотехцентр, г. Тамбов) и однослойные УНТ TUBALL (OCSiAl, г. Новосибирск). В качестве связующего использовалась эпоксидная смола марки Araldite LY 8615 с аминным отвердителем Aradur 8615 производства компании Huntsman в соотношении 2:1 весовых частей. Данная композиция отличается низкой вязкостью и высокой температурой стеклования (выше 180 С), применяется при производстве композитов для авиакосмической техники и оснастки методом RTM и инфузии. Araldite LY 8615 представляет собой смесь циклических и алифатических смол: триглицидил-р-аминофенола, 2,2-бис(4-(2,3-Эпоксипропокс) фенил) пропан и N,N'- тетраглицидил-4,4'-диаминодифенилметан. Аминный отвердитель содержит в качестве основного компонента

Секция 4. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации

2,2'-диметил-4,4'-метиленбис (циклогексиламин). В качестве армирующей составляющей ПКМ использовали стеклянную ткань Porcher 7781.

Установлено влияние УНТ на реологическое поведение связующего, а также прочностные характеристики отвержденной полимерной матрицы и ПКМ. Исследовано влияние доли наполнителя на электропроводность матрицы как до, так и после отверждения. Проведена серия механических испытаний модифицированных ПКМ, показана принципиальная возможность оценки дефектности материала путем измерения электрического сопротивления.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 16-48-590404 p_a).

Литература

1. Е. Н. Каблов, С. В. Кондрашов, Г. Ю. Юрков Перспективы использования углеродсодержащих наночастиц в связующих для полимерных композиционных материалов// Российские нанотехнологии. - 2013. Т. 8, № 3-4. С. 24-42