

КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ РАБОТЫ

«Создание нового поколения углерод-углеродных композитов для модифицирования полимерных материалов.»

Токарева Ирина Вадимовна

Введение

Полимерные материалы, армированные углеродными макроволокнами (МВ), называются углепластиками. Их основные характеристики: низкая плотность, дешевизна, простота обработки и формования, а также коррозионная устойчивость [1, 2]. Спрос на такие материалы ежегодно растёт на 10-15% [3]. Углепластики применяются практически повсеместно: авиастроение, энергетика, ракетостроение, медицина, строительство, автомобильная промышленность, металлургия и нефтегазовая отрасль, а также товары народного потребления [4].

Как правило, углеродные макроволокна, получаемые пиролизом полимерного предшественника, характеризуются сравнительно гладкой поверхностью (близкая к геометрической), которая нуждается в дополнительном модифицировании с целью увеличения степени адгезии в системе «армирующая добавка/полимерная матрица» [5].

Проект направлен на разработку способа улучшения механических характеристик углепластиков. Известны два основных подхода к решению данной задачи: 1) модифицирование матрицы; 2) модифицирование волокон. Модифицирование матрицы обычно не приводит к существенным изменениям [1]. В то же время, существуют различные подходы к модифицированию макроволокон: частичное окисление поверхности (травление в кислоте, плазменная обработка, электроокисление), а также методы химической «пришивки» [6]. В то же время известно, что большинство вариантов обработки поверхности ведут к нарушению структуры материала и как следствие к ухудшению механических характеристик углеродных макроволокон [7].

В последние годы развивается новый подход к модифицированию макроволокон, основанный на контролируемом выращивании углеродных нановолокон (УНВ) на их поверхности [1, 11-12]. Суть метода заключается в нанесении катализатора на поверхность макроволокна с последующим проведением осаждения углерода из газовой фазы (CVD), содержащей различные углеводороды. Отмечается, что подобная обработка может приводить к увеличению прочности углепластиков на изгиб до 200 % [8].

Известно, что на прочность армированных полимерных материалов влияет ряд факторов: сила адгезии между матрицей и армирующей добавкой; равномерность распределения и ориентация армирующей добавки в структуре матрицы; отношение длины к диаметру волокон, используемых для модифицирования [2,9].

Тем не менее, в литературе нет четких представлений, какие именно факторы являются ключевыми и какими характеристиками должны обладать модифицированные макроволокна для получения наиболее прочных композитов. Таким образом, получение модифицированных макроволокон с заданными характеристиками (диаметр и длина нановолокон на поверхности макроволокон, морфология УНВ, равномерность покрытия МВ слоем УНВ) требует доработки и оптимизации условий синтеза.

Цель работы

Целью работы является создание универсальной методики нанесения УНВ с заданными характеристиками.

Основные задачи

Уникальность данного проекта будет заключаться в комплексном подходе при изучении системы УНВ/МВ:

1. Синтез УНВ заданной морфологии и текстуры (задается составом катализатора, сырья и температурой)
2. Масштабирование процесса с использованием роторного реактора
3. Использование более дешевого углеводородного сырья
 - Возможность использования хлорзамещенных углеводородов (в том числе, отходов хлорорганического производства)
 - Возможность использования попутных нефтяных газов (ПНГ)

При успешной оптимизации метода для модифицирования углеродных макроволокон мы считаем актуальной апробацию методики для модифицирования базальтовых волокон, используемых для создания базальтофибробетонов и для армирования цементного камня [10, 11].

Предполагаемые подходы к решению задач (этапы исследований)

1. Исследование кинетики роста УНВ на поверхности макроволокон из различных предшественников углерода при различных условиях (температура, скорость подачи сырья, добавление водорода или паров воды в реакционную смесь, предварительное восстановление катализатора).
2. Изучение морфологических, текстурных и прочностных характеристик углерод-углеродных композитов (анализ полученных материалов методами БЭТ, СЭМ, ПЭМ).
3. Оптимизация методики создания композитов УНВ/МВ с различными типами углеродных нановолокон.
6. Апробация методики модифицирования углеродных макроволокон для модифицирования стекловолокон и базальтовых волокон.
7. Нарботка опытных партий для испытаний на трубном полиэтилене марки ПЭ 80.

Имеющийся научный задел; экспериментальное оборудование

Нами были реализованы предварительные эксперименты, показавшие, что введение модифицированных волокон значительно улучшает прочностные характеристики трубного полиэтилена (увеличение предела текучести и модуля упругости при растяжении, коэффициента удлинения при разрыве). Полученный научный задел на данный момент запатентован. (Петухова Е.С., Попов С.Н., Саввинова М.Е., Соколова М.Д., Соловьева С.В., Морова Л.Я., Токарева И.В., Мишаков И.В. Полимерная композиция для изготовления труб. Заявка на изобретение № 2012129477. Патент РФ 2505563 от 27.01.2014. Бюлл. №3.)

Использованная литература

1. Rodriguez A.J., Guzman M.E., Lim C., Minaie B. Mechanical properties of carbon nanofiber/fiber-reinforced hierarchical polymer composites manufactured with multiscale-reinforcement fabrics // Carbon. - 2011. - N 49. - P. 937–948
2. Al-Saleh M.H., Sundararaj U. Review of the mechanical properties of carbon nanofiber/polymer composites // Composites: Part A. - 2011. - N 42. - P. 2126–2142
3. Данные аналитической статьи <http://e-plast.ru/stati/167-mirovoj-spros-na-kompozity-budet-vdvoe-uvelichen-k-2015-godu>
4. Щурик А.Г. Искусственные углеродные материалы. Пермь: 2009
5. Luo Yu., Zhao Y., Duan Yu., Du Sh. Surface and wettability property analysis of CCF300 carbon fibers with different sizing or without sizing // Materials and Design. - 2011. - N 32. - P. 941–946
6. Zhang R.L., Huang Y.D., Liu L., Tang Y.R., Su D., Xu L.W. Effect of emulsifier content of sizing agent on the surface of carbon fibres and interface of its composites // Applied Surface Science. - 2011. - N 257. - P. 3519–3523
7. Zhang R.L., Huang Y.D., Su D., Liu L., Tang Y.R. Influence of sizing molecular weight on the properties of carbon fibers and its composites // Materials and Design. - 2012. - N 34. - P. 649–654
8. Pat. 20090220409 United States. Continuous process for the production of carbonnanofiber reinforced continuous fiber performs and composites made there from /Curlidd D.B.; Performance polymer Solutions Inc. (US) – 3.09.2009.
9. Симамура С. Углеродные волокна. М.: Мир, 1987
10. Войлоков И.А., Канаев С.Ф. Базальтофибробетон. Исторический экскурс.//Инженерно-строительный журнал. – 2009. - № 4. – С. 26-13
11. Ефанов Н.Е., Лукашевич В.Н., Пиряев И.В. Влияние технологии дисперсного армирования асфальтобетонных смесей на процессы их структурообразования// Вестник ТГАСУ. - 2007. - №1. - С. 204-209