

# ПРОИЗВОДСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛ-УГЛЕРОДНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ\*

В.Кодолов, В.Тринева, Ю.Васильченко, А.Захаров  
techpro-ur@mail.ru

Поскольку одним из приоритетных направлений развития промышленности России признаны нанотехнологии, в 2010 году на предприятии была создана и начала работу научно-исследовательская лаборатория наноструктур, высокий уровень технического оснащения которой позволяет разрабатывать способы получения и исследовать свойства таких структур, а также создавать предпосылки для их практического применения.



В настоящее время в лаборатории приоритет отдан получению металл-углеродных нанокomпозитов в нанореакторах полимерных матриц. Для обоснования перспективности предлагаемого способа и исследования полученных композиций широко применяются экспериментальные и теоретические методы анализа: квантово-химические расчеты, просвечивающая электронная микроскопия, электронная дифракция, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгенофазовый анализ и др.

Способ позволяет с использованием вторичного металлургического и полимерного сырья синтезировать широкий по составу, размеру и морфологии круг металл-углеродных нанокomпозитов, регулировать их структуру и рас-

ширять области применения таких композитов. Управляя размерами и формой наноструктур посредством изменения количества металлсодержащей фазы и полимерных нанореакторов, можно придавать материалам новые свойства, резко отличающие их от обычных составов.

Суть метода заключается в координационном взаимодействии функциональных групп полимера и соединений 3d-металлов в результате совместного измельчения металлсодержащей и полимерной фаз (рис.1). Далее, по установленному с помощью термогравиметрии и дифферен-

циального термического анализа режиму, осуществляется термолиз полученной композиции, в результате которого происходит карбонизация полимера, частичное или полное восстановление соединений металлов и наноструктурирование углеродного материала в виде различных по форме и размеру образований.

Металл-углеродный нанокomпозит (MeC) представляет собой наночастицы металла, стабилизированные в углеродных нанопленочных структурах, образованных углеродными аморфными нановолокнами, ассоциированными с металлсодержащей фа-

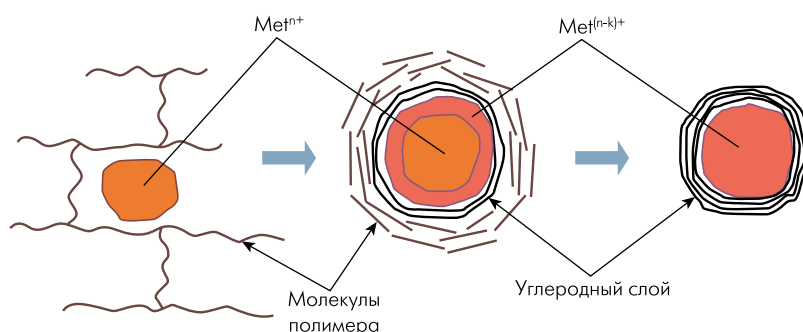


Рис.1. Механизм образования наноструктур в нанореакторах полимерных матриц

\* Статья представлена ОАО «Ижевский электромеханический завод «КУПОЛ».



зой. Вследствие стабилизации и ассоциации химически активных наночастиц металла и матрицы углеродного материала образуется стабильный на воздухе и при нагреве комплекс.

На рис.2 представлены микрофотографии разных видов металл-углеродных наноконкомпозитов.

Использование полученных наноконкомпозитов перспективно для улучшения свойств объемных композитов, причем их введение в сверхмалых количествах (от 0,0001 до 0,001% по массе) положительным образом отражается на структуре и свойствах исследуемых материалов.

При модификации композиционных материалов наиболее сложной задачей является введение нанодобавок и равномерное их распределение в объеме. Для этих целей широко применяется получение тонкодисперсных суспензий и коллоидных растворов наночастиц в различных средах.

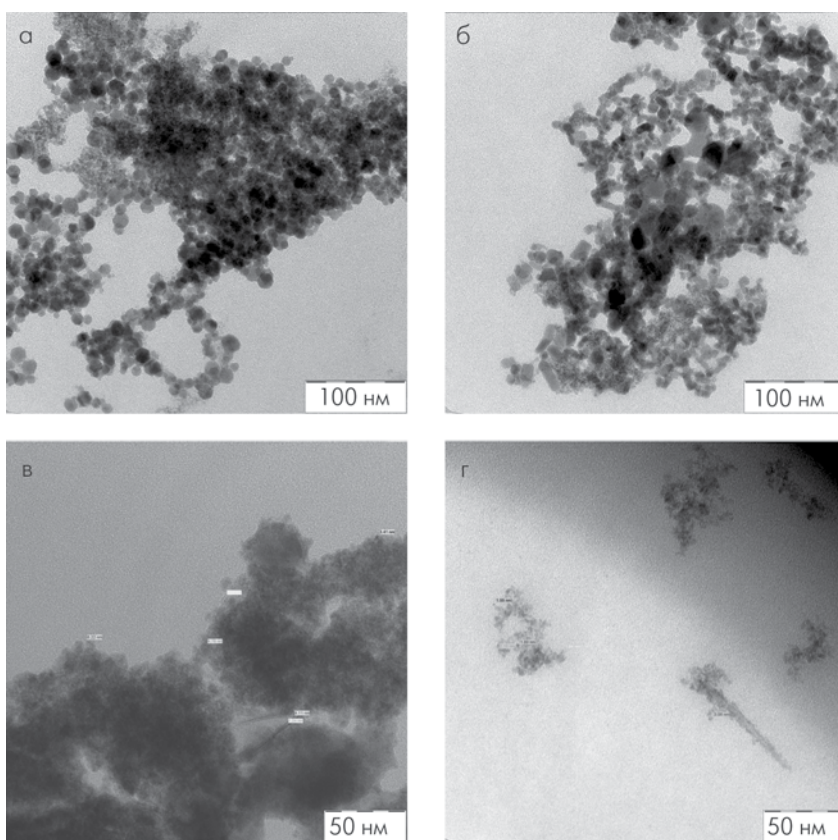


Рис.2. Микрофотографии металл-углеродных наноконкомпозитов: а – Cu-C; б – Ni-C; в – Co-C; г – Fe-C (просвечивающая электронная микроскопия)

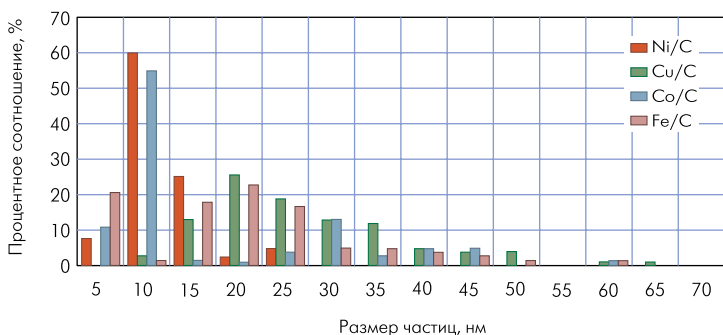


Рис.3. Распределение частиц по размерам в органической среде в зависимости от типа металл-углеродного нанокompозита

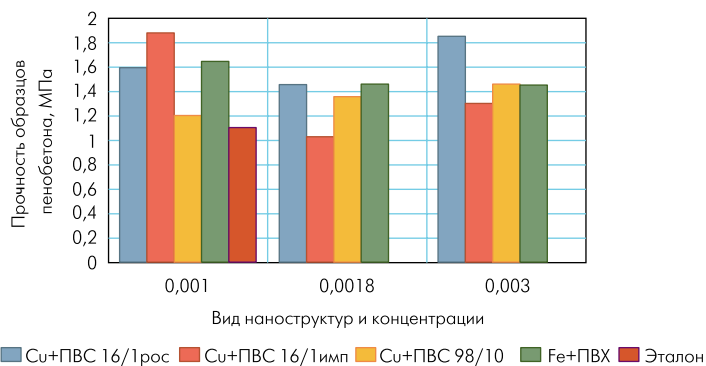


Рис.4. Зависимость прочности пенобетона от вида нанокompозитов и их процентного содержания в композиции

Одно из основных свойств полученных металл-углеродных нанокompозитов – способность образовывать тонкодисперсные суспензии в различных средах (органических растворителях, воде, растворах поверхностно активных веществ). В зависимости от вида такого нанокompозита средний размер частиц в тонкодисперсных суспензиях составляет 10–25 нм (рис.3).

Совместно с научными и производственными подразделениями предприятия

проведены лабораторные исследования и промышленные испытания с целью модификации неорганических и органических композиционных материалов: бетонов, пенобетонов, эпоксидных связующих, клеевых композиций, поливинилхлорида, поликарбоната, поливинилацетата, огнезащитных покрытий. На рис.4 представлены результаты модификации пенобетонов металл-углеродными нанокompозитами.

Испытания образцов клея 51-К-45 на отрыв и на сдвиг

Штатная рецептура	Модифицированный состав	
	Ni/C	Cu/C
Прочность при отрыве $\sigma_{отр}$ , кгс/см <sup>2</sup>		
38,3	48,6	56,4
Прочность при сдвиге $\tau_{сдв}$ , МПа		
3,5	6,3	6,3

В результате проведенных испытаний можно сделать следующий вывод: введение в состав композиции модификатора на основе металл-углеродных нанокompозитов приводит к структурированию среды, уменьшению количества дефектов, что обеспечивает улучшение физико-механических характеристик материала.

Модификация металл-углеродными нанокompозитами (51-К-45) штатных рецептур клеев горячечей вулканизации обеспечивает значительное увеличение адгезионных характеристик последних на всех исследованных клеевых границах (см. таблицу).

Для определения адгезионной прочности при отрыве и сдвиге рассматривалась схема металл-адгезив-резина-адгезив-металл. Исследования показали, что модификация рецептуры клея 51-К-45 приводит не только к значительному повышению его адгезионных характеристик, но и к изменению характера разрушения с адгезионно-когезионного на когезионный.

Важно отметить, что присутствие в составе нанокompозитов соединений металла может придать конечному материалу дополнительные характеристики, например, магнитную восприимчивость и электропроводность.

Таким образом, разработан экономичный и эффективный способ получения активных модификаторов различных материалов. Практическая значимость разработок подтверждена серией патентов на способ получения нанокompозитов и тонкодисперсных суспензий на их основе.

Лаборатория предлагает готовую продукцию и разработку проектов наномодификации материалов по условиям заказчика.

Более подробную информацию можно получить по телефонам 8(3412) 903068 или 903232