

ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ УНТ

Богаева К.Д.

Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов

На сегодняшний день углеродные нанотрубки (УНТ) являются перспективными компонентами современных композиционных материалов, обладающих высокими потребительскими показателями. Композиты на основе модифицированных УНТ матриц имеют перспективы широкого применения в разных отраслях промышленности. В настоящее время углеродные нанотрубки привлекают к себе много внимания благодаря возможности изготовления на их основе устройств нанометровых размеров. И следствия научных исследований приведут к принципиально новым направлениям и открытиям.

Использование функционализированных УНТ становится актуальней с каждым днем. Введение углеродных нанотрубок позволяет повысить прочность, упругость, износостойкость, электропроводность полимерных материалов. Наибольшего усиления положительных свойств в композиционных материалах можно добиться с использованием УНТ, поверхность которых функционализирована аминогруппами, которые позволяют проводить присоединение к ним других молекулярных соединений.

Благодаря характеристикам УНТ они используются в качестве добавок к полимерам, поглотителя электромагнитных волн, для преобразования энергии, катализатором для осветительных устройств, изготовления анодов в различных видах батареек, хранения водорода, изготовления датчиков и конденсаторов, добавок в строительные материалы. [6-8]

На протяжении многих лет функционализированные УНТ, применение которых не ограничивается одной определенной отраслью, используются в научных исследованиях. Но модификация углеродных нанотрубок не всегда экономически оправдана ввиду высокого расхода и стоимости трубок.

Изменение химического состава поверхности УНТ за счет функционализации способствует усилению взаимодействия нанотрубок с дисперсионной средой, в качестве которой могут выступать полимеры и растворители. В результате наблюдается более равномерное распределение УНТ в объеме модифицируемого материала. Вследствие этого повышается положительный эффект от их введения или достигается результат модификации при меньших концентрациях УНТ, что значительно расширяет область практического применения.

В составе композитов полимерных матриц целесообразно использовать углеродные нанотрубки, функционализированные кислородосодержащими группами. Обычно их получают в процессе обработки УНТ окисляющими кислотами и смесями на их основе. Но при реализации жидкофазной кислотной обработки углеродных нанотрубок в промышленных объемах встает проблема утилизации большого количества отработанных кислот.

В связи с указанными свойствами окисленные функционализированные углеродные нанотрубки имеют перспективы широкого применения в составе полимерных композиционных материалов. При получении композитов важным является выбор эффективного способа введения наночастиц в матрицу, обеспечение равномерного распределения волокон в полимере и оптимизация технологических режимов его получения. Производство данных систем требует контролируемого смешивания, стабилизации полученного распределения наночастиц. Одной из наиболее важных проблем, возникающих при получении наномодифицированных полимерных композитов, является необходимость однородного распределения наночастиц в материале матрицы.

Углеродные нанотрубки обладают большой поверхностной энергией, что приводит к агломерированию их в матрице. Размер агломератов может достигать десятки и сотни микрометров. В этом случае эффект механического упрочнения и армирования матрицы, который характерен для однородного распределения наночастиц не достигается. Это приводит к ухудшению как механических, так и физических свойств композита.

Уменьшения размеров агломератов УНТ достигается применением различных методов. Так, ультразвуковая обработка помогает уменьшить размер агломератов.

При организации исследований по установлению влияния входящих параметров УНТ на закономерности окислительной функционализации выяснилось, что одним из наиболее простых и распространённых способов функционализации углеродных нанотрубок является их окисление, способствующее пришивке кислородосодержащих групп.

При проведении исследований в качестве исходного материала использованы УНТ «Таунит-М» ($d = 8\div 15$ нм, $l=2$ мкм; $S_{уд} = 300\div 320$ м²/г) предварительно окисленные кипячением в концентрированной 65% азотной кислоте при 100-110⁰С в течение 60-240 минут. После окисления углеродные нанотрубки промывались на фильтре дистиллированной водой, после высушивались в токе аргона при температуре 80⁰С.

На ИК-спектрах (рис. 1) этих материалов фиксируются пики, характеризующие наличие С=О (1630-1637,8 см⁻¹).

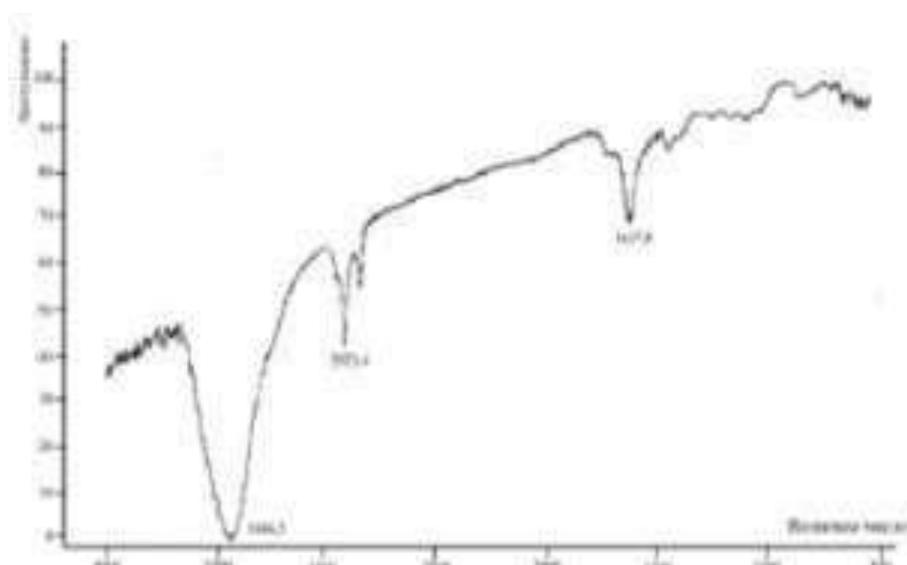


Рисунок 1. ИК-спектры окисленных азотной кислотой УНТ «Таунит-М

Таким образом окислительная обработка является самым доступным, популярным и достаточно эффективным методом функционализации поверхности УНТ, к которым пришиваются кислородосодержащие группы-гидроксильные, альдегидные, кетонные, карбоксильные, ангидридные, лактонные.

Интенсификация внедрения достижений нанотехнологий предполагает повышение эффективности научных исследований.

Совершенствовать научные исследования можно несколькими способами, такими как проводить анализ состояния и перспектив развития науки и техники в данной области, выявлять научные методы и правильно сочетать их, определение новых условий функционализации углеродных нанотрубок и эффективно использовать их, определить набор основных аппаратов, реализующих технологические стадии, содействие партнеров в научных исследованиях, заинтересованных в сотрудничестве, рационально организовывать исследовательский процесс, развивать способности к исследовательскому типу мышления, пополнять свои знания в данной области, вырабатывать новые способы функционализации углеродных нанотрубок.

Окислительная обработка может по-разному влиять на свойства УНТ. Это зависит как от морфологии углеродных нанотрубок, так и от природы окислителя. Таким образом совершенствовать научные исследования и искать достойные способы функционализации УНТ, можно проводя опыты с разными по морфологии углеродными нанотрубками и использовать разные окислители. При этом необходимо изучение влияния различных режимов окислительной функционализации в разных кислотах (температура, продолжительность, объемный расход окисляющего реагента) на качественный и количественный состав углеродных нанотрубок. А для равномерного распределения в матрицах и более эффективной диспергируемости УНТ, рекомендуется использовать механические методы (ультразвуковое воздействие, размол в мельницах и т. д.)

1. Скрипко, Л. Е. Внедрение инновационных методов обучения: перспективные возможности или непреодолимые проблемы?/ Л.Е. Скрипко // Менеджмент качества. 2012. — № 1. — С. 76—84.
2. Современные твердофазные технологии: теория, практика и инновационный менеджмент» Материалы IV Международной научно-инновационной молодежной конференции. // Издательство ИП А. В. Чеснокова. — 2012 г. — С. 308.
3. Сухно, И. В. Углеродные нанотрубки./ И.В. Сухно, В.Ю. Бузько// Углеродные нанотрубки. — Краснодар. 2008. — С. 55.
4. Елецкий, А. В. Углеродные нанотрубки и их свойства./ А.В. Елецкий // Успехи физических наук. — 2008. Т. 172. №4. С. 401.
5. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований. / Под ред. М. К. Роко, Р. С. Уильямса. М.: Мир, 2008.
6. Панина, Т.И. Эффективность применения комплексной наномодифицирующей добавки на основе цеолитов в строительных материалах / Т.И. Панина, Ю.Н. Толчков, А.Г. Ткачев, З.А. Михалева, Е.В. Галунин, Н.Р. Меметов, А.И. Попов // Нанотехнологии в строительстве. - 2016. – Том 8, №5. – С.116-132.
7. Кондаков, А.И. Модификация матрицы строительного композита функционализированными углеродными нанотрубками / А.И. Кондаков, З.А. Михалева, А.Г. Ткачев, А.И. Попов, С.Ю. Горский // Нанотехнологии в строительстве. - 2014. – Том 6, №4. – С.31-44.
8. Толчков, Ю.Н. Модифицирование строительных материалов углеродными нанотрубками: актуальные направления разработки промышленных технологий / Ю.Н. Толчков, З.А. Михалева, А.Г. Ткачев, А.И. Попов // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. - М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2012. – № 6. – С. 57-68.