

**СИНТЕЗ ФУНКЦИОНИЗИРОВАННЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ
УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК**

Развитие техники требует создания новых типов композиционных материалов, обладающих специальными свойствами. В этой связи большой интерес представляет модификации полимеров за счет введения в них на различных технологических стадиях углеродных наноструктурированных материалов, к числу которых относятся углеродные нанотрубки.

Углеродные нанотрубки, являясь аллотропной модификацией углерода, представляют собой цилиндрическую структуру диаметром от десятых до нескольких десятков нанометров и длиной от микрометра до нескольких сантиметров. Углеродные нанотрубки демонстрируют уникальное сочетание свойств, обусловленных упорядоченной структурой их нанофрагментов: хорошую электро- и теплопроводность, химическую и термическую стабильность, большую прочность в сочетании с высокими значениями упругой деформации. Дополнительное улучшение свойств нанотрубок и расширение сферы их возможного применения может быть достигнуто прививанием различных функциональных групп к их поверхности путём химического воздействия.

Цель данной работы заключалась в поиске оптимальных методик многостадийного прививания винильных и аминогрупп к поверхности многослойных углеродных нанотрубок.

На первой стадии окисляли углеродные нанотрубки по методике [1] 70%-ной азотной кислотой в течение 10 ч при 90 °С с целью образования поверхностных карбоксильных групп. Количественная оценка степени окисленности нанотрубок проводилась методом рН-метрического титрования [2]. Концентрация карбоксильных групп в материале составила 2.48 ммоль/г, что соизмеримо с результатами, опубликованными в литературе.

Следующий шаг предполагал перевод –COOH групп в –COCl. Для этого окисленные нанотрубки обрабатывали тионилхлоридом в среде хлороформа 24 ч при 65 °С.

Для перевода –COCl групп в –C(=O)OCH₂CH=CH₂ обрабатывали материал аллиловым спиртом в среде тетрагидрофурана с добавлением 4-диметиламинопиридина и триэтиламина при 70 °С в течение 24 ч.

Для получения групп –C(=O)NH-C₂H₄-NH₂ на поверхности нанотрубок на группы –COCl воздействовали этилендиамином в среде ДМФА 24 ч при 90 °С.

Все стадии проводились в круглодонной колбе на 100 мл на масляной бане при контролируемом нагреве, с обратным холодильником и магнитной мешалкой. Перед каждой стадией синтеза углеродные нанотрубки диспергировались в реакционной смеси с помощью ультразвуковой ванны.

С промытых и высушенных функционализированных нанотрубок были сняты ИК-спектры, показавшие полосы поглощения, соответствующие прививаемым группам.

Полученные продукты будут в дальнейшем применены в составе полиолефиновых и эпоксидных полимеров с последующим изучением свойств полученных композиционных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Philip C., Devaky. K.S. Multiwalled carbon nanotubes with surface grafted transition state analogue imprints as chymotrypsin mimics for the hydrolysis of amino acid esters: Synthesis and kinetic studies // *Molecular Catalysis*. 2017. Vol. 436. P. 276–284.
2. Кирикова, М.Н. Физико-химические свойства функционализированных многослойных углеродных нанотрубок : диссертация ... кандидата химических наук : 02.00.04 / М.Н. Кирикова. – Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. Хим. фак.– Москва, 2009.– 150 с.