**Российский химико-технологический университет
им. Д. И. Менделеева**

****

****

**
**

****

****


Научный руководитель: доктор химических наук, профессор Раков Эдуард Григорьевич

****

[Введение 4](#bookmark2)

[Цель работы 5](#bookmark3)

[Научная новизна диссертационной работы 5](#bookmark4)

[Практическая значимость работы 6](#bookmark5)

[Личный вклад автора 6](#bookmark6)

[Апробация работы 7](#bookmark7)

[Публикации , 7](#bookmark8)

1. [Литературный обзор 8](#bookmark9)

[1.1 Общие свойства НТ 8](#bookmark10)

[1Л Л. Строение НТ 8](#bookmark11)

[1Л .2. Физические свойства НТ 10](#bookmark12)

[1Л .3. Основные методы получения НТ 14](#bookmark13)

* 1. Методы очистки НТ 15
		1. Первичная очистка 15
		2. [Окислительная очистка 16](#bookmark14)
		3. [Вакуумный отжиг 17](#bookmark15)
	2. [Методы функциализации НТ 18](#bookmark16)
		1. [Нековалентная функциализация 19](#bookmark17)
		2. [Ковалентная функциализация 25](#bookmark21)
		3. Реакции карбоксильных функциональных групп,

связанных с НТ 31

* 1. [Потенциальные области применение НТ 32](#bookmark24)
		1. [Электро- и теплопроводные композиции полимер-НТ 36](#bookmark25)
		2. Методы получения и свойства композиционного

материала ПММА-НТ 37

* 1. Заключение 43
1. [Экспериментальная часть 45](#bookmark27)
2. [Реактивы и вещества, использованные в работе 45](#bookmark28)
3. [Методы анализа, используемые в ходе работы 46](#bookmark29)
4. [Определение удельной поверхности 46](#bookmark30)
5. [Рентгенофазовый анализ 46](#bookmark31)

*t*

1. Электронная микроскопия 46
2. [Спектроскопия комбинационного рассеяния 47](#bookmark33)
3. [ИК- и РФЭ-спектроскопия 48](#bookmark34)
4. [Термический анализ 49](#bookmark35)

[2.3. Описание нанотрубок, использованных в работе 49](#bookmark36)

1. Функциализация НТ 56
2. Солюбилизация НТ водными растворами ТХ-100, ДДСН

и иных ПАВ 56

1. [Взаимодействие НТ с ПВС 61](#bookmark43)
2. [Формование макроволокна из композита ПВС-НТ 63](#bookmark44)
3. [Фракционирование т-МНТ в водном растворе ТХ-100 65](#bookmark45)
4. [Ковалентная функциализация т-МНТ 70](#bookmark50)
5. [ПЭМ-исследование ф-НТ 75](#bookmark54)
6. [Изотопный обмен водорода ф-НТ 82](#bookmark56)
7. [Определение степени функциализации НТ 82](#bookmark57)
8. [Термическая дефункциализация ф-НТ 87](#bookmark58)
9. Получение НТ с ковалентно пришитыми метакриловыми

группами 89

1. [ПЭМ-исследование композита НТ-ПММА 93](#bookmark60)
2. [Пленки НТ и ф-НТ 98](#bookmark61)

[Заключение 103](#bookmark62)

Выводы 109

Литература 110

Приложения 128

Выводы

1. С помощью электронно-микроскопических, ИК- и РФЭ-

спектроскопических анализов впервые проведено систематическое исследование поведения тонких многослойных, преимущественно

двухслойных, углеродных нанотрубок при их нагревании в смеси концентрированных серной и азотной кислот. Показано, что подобно однослойным нанотрубкам, изученные материалы подвергаются

функциализации, однако практически не укорачиваются.

1. Из сопоставления спектральных характеристик функциализованных кислотами т-МНТ и продуктов их взаимодействия с малеиновым ангидридом сделано предположение о преимущественном образовании при окислении гидроксильных, а не карбоксильных функциональных групп.
2. Изучена солюбилизация т-МНТ в воде в присутствии ПАВ ТХ-100 и ДДСН. Определены условия образования устойчивых дисперсий НТ и зависимости содержания НТ в дисперсиях от концентрации ПАВ. Впервые\* установлена функциональная связь седиментационной устойчивости НТ в растворах ПАВ с длиной и диаметром трубок. Для ТХ-100 установлены границы устойчивости дисперсий в зависимости от этих параметров. Эта функциональная связь может быть использована для препаративного фракционирования т-МНТ.
3. Изучено взаимодействие т-МНТ с раствором поливинилового спирта (ПВС, молекулярная масса 200\* тыс. а. е. м.) в воде и ДМСО. Показано образование устойчивого соединения, содержащего 20 мас.% ПВС и 80 мас.% нанотрубок. Электронно-микроскопическим методом установлено, что композит представляет собой нанотрубки с обволакивающими их молекулами ПВС.
4. К углеродным нанотрубкам через этиленгликолевый мостик впервые проведена прививка метакриловой кислоты, что позволило связать- функциализованные нанотрубки с полиметилметакриловой матрицей и получить композит ПММА-НТ.
5. Электронно-микроскопическим методом доказано структурирование ПММА в присутствии функциализованных НТ с образованием микрокристаллитов полимерной фазы. Показано, что введение сверхмалых (0.04 - 0.06 мас.%) количеств НТ в мономер приводит к повышению ударной вязкости и модуля упругости композита на 50-70% по сравнению с ПММА, не содержащим НТ.
6. Показана возможность создания прозрачных электропроводных покрытий из ориентированных т-МНТ с хорошей адгезией на силикатном стекле и лавсане.