

Федеральная целевая программа

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014—2020 годы»

Индустрия наносистем

Тема: Разработка эффективных функциональных материалов для электромагнитных устройств устройств на базе гибридных полимерных композитов с нанокремнеземными включениями

Соглашение 14.577.21.0141
на период 2014 - 2016 гг.

Руководитель проекта: д.х.н., профессор, Плетнев М.А.

Получатель субсидии: ИжГТУ имени М.Т. Калашникова

Цели и задачи проекта

Цель - создание эффективных функциональных материалов для электромагнитных устройств на базе гибридных полимерных композитов с нанокремнеземными включениями, исследования их электрических, электромагнитных, механических и тепловых свойств, что позволит установить оптимальные условия получения композитных материалов, демонстрирующих корреляцию и/или одновременное улучшение физических характеристик. Впервые будет собрана комплексная база данных физических свойств (диэлектрические, ЭМ, механические, тепловые) полимерных композитов с нанокремнеземными включениями, что позволит создать эффективные функциональные материалы (полимерных электроды для светоизлучающих устройств, а также солнечных батарей, для активного слоя электролюминесцентных дисплеев, для контроля электростатического разряда и антистатических покрытий, эффективных экранов электромагнитного излучения).

Ожидаемые результаты проекта

- Новые материалы для ЭМ применений.
- Экспериментальные данные в микроволновом частотном диапазоне (26-37 ГГц) и в низкочастотной области (20 Гц - 1 МГц), и сравнительный анализ электромагнитного отклика полимерных композитов с различными формами углерода в качестве наполнителя.
- Теория, описывающая формирование электромагнитного отклика многостенных нанотрубок как конечной так и бесконечной длины в микроволновой области частот.
- Впервые будет сформирована база данных электрических, электромагнитных, механических и термогравиметрических свойств полимерных композитов с нанокремнеземными включениями.
- Будут теоретически обоснованы и экспериментально определены предельные концентрации нанокремнеземных наполнителей в полимерных композитах, не приводящие к деградации механических и тепловых свойств композитных материалов.

Перспективы практического использования

Полимерные композиты на основе различных форм нанокремнезема, благодаря их уникальным свойствам - (i) непрозрачные для микроволнового излучения, (ii) хорошо проводящие, (iii) ультратонкие и гибкие - могут широко использоваться при производстве материалов для электромагнитных приложений. Предполагается применение их в производстве электродов для светоизлучающих устройств, а также солнечных батарей, активного слоя электролюминесцентных дисплеев, материалов для контроля электростатического разряда и антистатических покрытий, эффективных экранов электромагнитного излучения. На основе результатов проекта индустриальным партнером предполагается разработка технологии производства материалов для электромагнитных приложений, таких как электроды для светоизлучающих устройств, солнечные батареи, активный слой электролюминесцентных дисплеев, материалы для контроля электростатического разряда и антистатических покрытий, эффективных экранов электромагнитного излучения.

Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

1. Разработана модель однородного эллипсоида, для расчета локализованного плазмонного резонанса в различных модификациях углеродных нанотрубок (пучков ОУНТ, многостенных УНТ, допированных и функционализированных ОУНТ). Показано, что допирование, увеличение длины и диаметра пучков ОУНТ приводит к увеличению частоты локализованного плазмонного резонанса. Функционализация поверхностно-активным веществом приводит к уменьшению частоты локализованного плазмонного резонанса. Также любое химическое воздействие, приводящее к образованию дефектов на поверхности нанотрубки, вызывает уменьшение времени электронной релаксации и ослаблению локализованного плазмонного резонанса в УНТ.
2. Сформулирована модель композита углеродных нанотрубок (УНТ), вкрапленных в полимерную матрицу. Модель основана на совместном применении метода интегральных уравнений к нанотрубке и метода эффективной среды для композитной среды. На основе модели получено выражение для эффективной проницаемости разориентированного неупорядоченного композита из углеродных нанотрубок.
3. Разработана модель расчета эффективной проницаемости пространственной решетки из ориентированных одинаковых углеродных нанотрубок конечной длины. Модель учитывает влияние локальных полей решетки и является результатом объединения теории эффективной среды и метод интегральных уравнений.
4. Разработана теория рассеяния света на двух непараллельных ОУНТ, касающиеся друг друга.
5. Развита модель для расчета электромагнитных параметров произвольного числа трубок произвольно ориентированных и соприкасающихся друг с другом. Данный метод позволяет получить зависимости макроскопических электромагнитных свойств материала от таких параметров, как проводимость трубок, проводимость контактов между трубками и длины трубок. То есть данный метод позволяет предсказывать свойства композитных материалов в зависимости от параметров включений с учетом их электромагнитного и электронного взаимодействия.
6. Показано, что композиты на основе нанопластинок графена с наночастицами оксида железа формируют в магнитном поле тонкопленочные структуры со значительно большей площадью поверхности, чем без поля.
7. Экспериментально получены функционализированные углеродные материалы и изучены их ЭМ свойства.

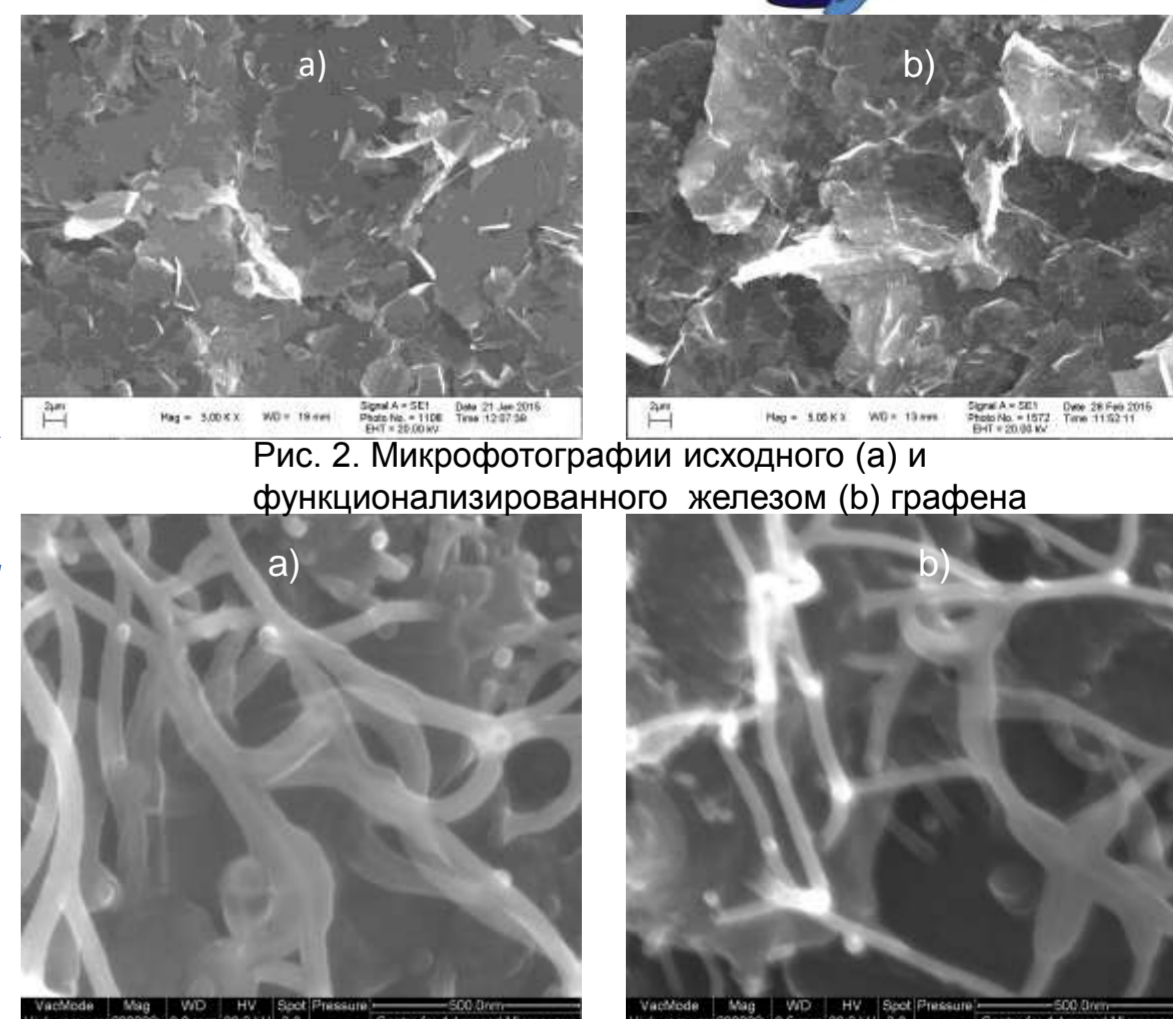


Рис.3. SEM изображения (а) амино-привитых и (б) эпокси-привитых МУНТ x 200 000

Партнеры проекта

Индустриальном партнере проекта: ООО «ФриЛайн». Объем финансирования работ за счет собственных средств в размере 10 050 000 рублей.

Ключевой соисполнитель работ: ООО «Республиканский центр робототехники» (ООО «РЦР») – малое инновационное предприятие (созданное в рамках Ф3 №217), соучредителем которого является ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. С ООО «РЦР» был заключен контракт №52/2015/2015-0313100008915000030-0002386-01

29.06.2015 г. на основании результатов размещения заказа путем проведения открытого электронного аукциона ЭА-08/2015/Б на выполнение работ по исследованию полимерных композитных материалов для нужд ИжГТУ имени М.Т.Калашникова