

Соглашение о предоставлении субсидии № 14.607.21.0046

на выполнение прикладных научных исследований

по теме «Разработка нанокаталитической технологии получения функциональных полимер-наноуглеродных композиционных материалов из биоспиртов»

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

(Приоритетное направление развития науки и техники «Индустрия наносистем»)

Период выполнения	25.08.2014-31.12.2016
Исполнитель:	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук
Индустриальный партнер	Общество с ограниченной ответственностью «НПО ГЕЛАР» (ООО «НПО ГЕЛАР»)
Цель работы	Разработка методов получения высокоценных функциональных полимер-наноуглеродных композиционных материалов (ПНКМ) из биосырья - биоэтанола. В результате выполнения ПНИ будут разработаны: <ul style="list-style-type: none">- высокопрочные ПНКМ на основе СВМПЭ, модифицированного введением МУНТ, с антиударными, антистатическими и радиопоглощающими свойствами;- ПНКМ с контролируруемыми электроизолирующими свойствами для кабельной промышленности на основе ПЭ, модифицированного введением МУНТ.

Этап 1

Основные результаты проекта

1. Выполнен анализ научно-технической и патентной литературы, выбрано и обосновано направление исследований. Решение задач по достижению поставленной цели основано на разработке методов получения ПНКМ различного назначения на базе полиэтилена (ПЭ), в том числе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) и многослойных углеродных нанотрубок (МУНТ), производимых из биоэтанола.

2. Разработана КД на изготовление лабораторных стендов для получения и исследования экспериментальных образцов биоэтанола, полиэтилена, многослойных углеродных нанотрубок.

3. Изготовлены блоки к лабораторным стендам для получения экспериментальных образцов и исследования их свойств, в том числе:

- биоэтанола из биоэтанола (блок выделения и очистки продуктов реакции);
- ПЭ и СВМПЭ (блок контроля скорости реакции полимеризации, блок анализа и контроля морфологии частиц полимера, блок автоматизированной выгрузки продуктов реакции);
- МУНТ из биоэтанола (блок терморегулирования и контроля температурного режима; блок дозирования и регулирования подачи газов, блок дозирования и регулирования подачи основных модельных примесей, аналитического блока контроля состава газообразных продуктов реакции).

4. Из этилена ГОСТ 25070-87 наработано 3 экспериментальных образца МУНТ массой 300 г каждый, со средним диаметром частиц 7,8 нм, 10 нм и 18 нм. Полученные образцы использованы для отработки методов получения ПНКМ на основе ПЭ и СВМПЭ и будут использоваться в качестве образцов сравнения при исследовании МУНТ, полученных из биоэтанола.

5. Исследованы 3 метода введения МУНТ в ПНКМ на основе ПЭ и СВМПЭ, базирующиеся на: 1) механическом смешении полимера и МУНТ в расплаве при 190°C с использованием смесителя Denisco Polymer Test (LME); 2) коагуляционном соосаждении полимера на МУНТ после смешения раствора ПЭ в ксилоле и суспензии МУНТ в условиях обработки этой смеси УЗ колебаниями с

высокой энергией; 3) *in situ* полимеризации ПЭ на катализаторе (TiCl_4 -триизобутил алюминия (ТИБА)), предварительно закрепленном на МУНТ.

6. Разработаны способы нанесения компонентов катализаторов полимеризации на поверхность функционализированных и исходных МУНТ; определено содержание центров, способных взаимодействовать с металлоорганическими соединениями, и найдены оптимальные условия подготовки поверхности МУНТ и нанесения активного компонента для достижения высокой активности этой системы в полимеризации этилена. Исследованы электрофизические свойства (электрическая проводимость, диэлектрическая проницаемость для частот электромагнитного излучения 118–510 ГГц) концентратов МУНТ/ПЭ и МУНТ/СВМПЭ, приготовленных с использованием различных подходов.

Полученные результаты полностью соответствуют требованиям ТЗ на выполнение ПНИ.

Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

Подана заявка №2014146924 от 24.11.2014 г. на изобретение «Способ получения аэрогелей на основе многослойных углеродных нанотрубок», РФ.

Назначение и область применения результатов проекта

1) Области перспективного применения результатов ПНИ:

Высокопрочные ПНКМ для изготовления:

- Амортизаторов, демпфирующих развязок, подшипников и других элементов скольжения.
- Антиабразивных, защитных и антифрикционных покрытий, химически стойких к агрессивным средам протекторов.
- Уплотнительных прокладок и соединений трубопроводов.
- Поглощительных экранов СВЧ излучения и солнечной радиации.

ПНКМ для электротехнической промышленности:

- Изолирующие высокоомные оболочки кабелей.
- Электропроводящие экраны кабелей.

2) Реализация результатов ПНИ обеспечит перспективное применение продуктов и технологий по проекту сразу в нескольких ключевых секторах экономики:

- в электротехнической промышленности – для разработки ПНКМ с электроизолирующими свойствами для пероксидносшиваемой изоляции кабелей среднего напряжения;
- в авиации, машиностроении, при экстремальных условиях эксплуатации – для создания антиударных, антиабразивных и антифрикционных материалов, а также покрытий с повышенной стойкостью к СВЧ излучению и солнечной радиации.

3) Результаты ПНИ будут направлены на усовершенствование технологической базы получения полимер-наноглеродных композитов, а также на расширение сырьевой базы их производства.

Эффекты от внедрения результатов проекта

В результате внедрения результатов проекта будут созданы основы технологии производства отечественных ПНКМ, использование которых позволит:

- создать новое поколение полимерных композитов на основе технологий глубокой переработки биоэтанола;
- обеспечить технологическую независимость РФ от импорта полимерных композитов;
- расширить сырьевую базу отечественной нефтехимической промышленности, снизить потребление невозобновляемого сырья и уменьшить загрязнение окружающей среды.

Высокие эксплуатационные свойства новых материалов позволят добиться снижения материало- и энергоемкости производства, а за счет этого - уменьшения отрицательного техногенного воздействия на окружающую среду и повышения качества жизни.

Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

1) В настоящее время в РФ полимер-наноклеродные композиты не производятся. Возможные формы коммерциализации результатов ПНИ – выпуск композитных материалов вначале в виде опытно – промышленных партий, затем по мере освоения рынка – организация их промышленного производства.

2) В результате выполнения ПНИ по настоящему проекту будут разработаны 2 вида принципиально важных функциональных полимер-наноклеродных композиционных материалов. Перспективный прогноз объема общего производства продукции по проекту с 2020 г. составляет примерно 1500 т/год, на сумму 220-260 млн. руб./год. В том числе, по рынку ПНКМ для кабельной промышленности 150-170 млн. руб., по рынку высокопрочных ПНКМ 70-90 млн. руб.

Наличие соисполнителей

- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук;
- Открытое акционерное общество "Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт кабельной промышленности;
- Общество с ограниченной ответственностью "ПИРИТ.

Руководитель работ по проекту, гл. науч. сотрудник, д-р хим. наук В.А. Захаров