



ЦНФМ

РАЗРАБОТКА . МОДЕЛИРОВАНИЕ . ВНЕДРЕНИЕ

N* Новосибирский
государственный
университет
***НАСТОЯЩАЯ НАУКА**

РАЗРАБОТКА МОДИФИЦИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ УГЛЕРОДНЫХ НАНОАДДИТИВОВ



Проект НГУ: МУНТ и нанокompозитные материалы на их основе

Ключевые свойства



Электропроводность $\sim 10^{3-6}$ См/м
(сопоставима с металлами)



Теплопроводность ~ 3000 Вт/м·К
(Выше алмаза)



Прочность на разрыв ~ 60 ГПа
10х прочнее стали
Модуль Юнга: 0.3-1 ТПа
(прочнее углеволокна)



Удельная поверхность 200-400 м²/г
L/D ~ 1000

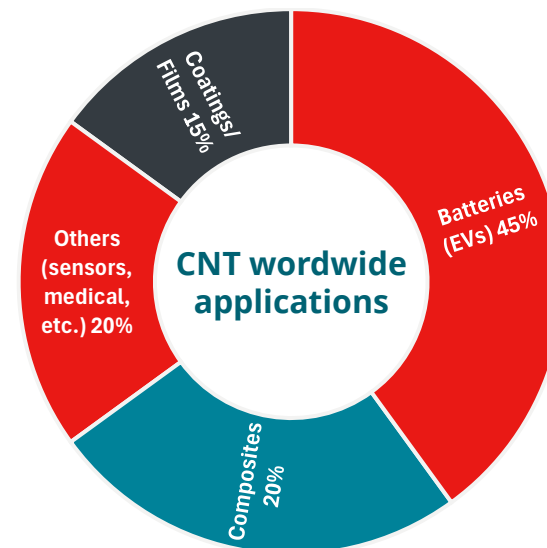
Мировой объем и лидеры производства

Годовой объем (2024): 12000 - 18000 тон
Ожидаемый рост к **2030** – 50000 тон
(основное потребление – электромобили)
CAGR of $\sim 15-20\%$ (2023-2030), \$10-25 billion by 2030

Ключевые производители по регионам:

Китай: $\sim 65\%$ общего объема,
(*Cnano, Timesnano, SUSN Sinocarbon*)
Южная Корея: LG Chemicals – лидер отрасли МУНТ для электромобилей
Америка, Европа: (*Arkema, Cabot, Nanocyl*)

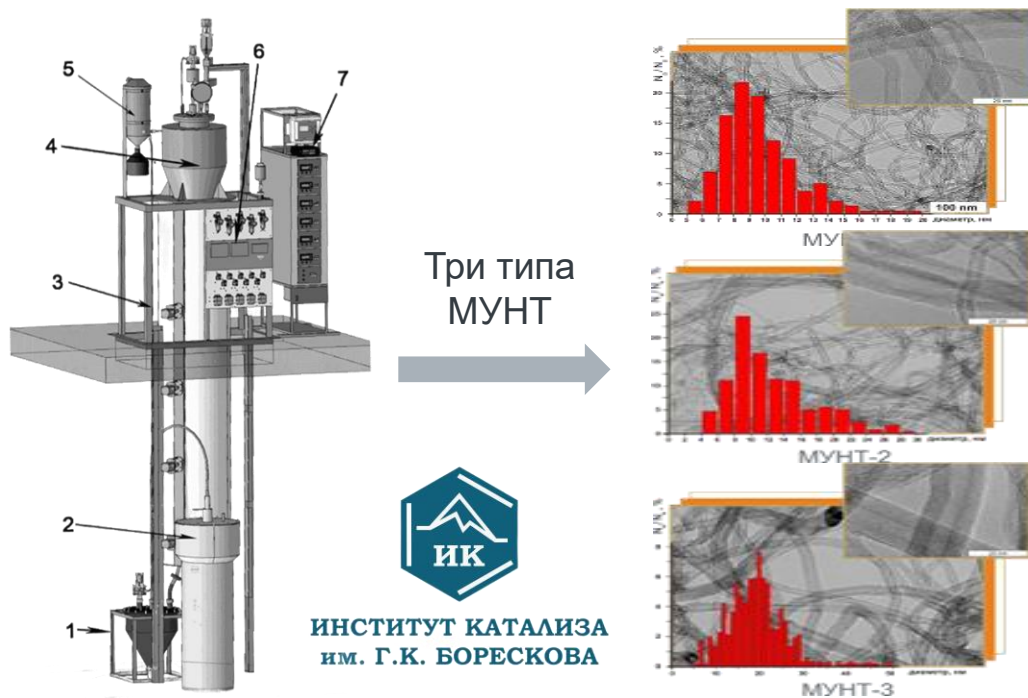
Применения



На данный момент в РФ существует запрос на передовые материалы для энергетики, авиакосмической нефтегазовой отраслей, создающий необходимость в нанокompозитных материалах собственного производства (углеродные нанотрубки).

Результаты проекта на текущий момент:

- Нанокаталитические системы для синтеза МУНТ
- Пилотная установка для отработки технологии получения МУНТ и наработки опытных образцов МУНТ, до 3 тонн в год
- Математическая модель синтеза МУНТ в реакторе с псевдоожиженным слоем
- Оптимизированы параметры работы реактора с учетом требований к чистоте продукта и максимальной производительности реактора
- Образцы различных типов МУНТ



Технология получения катализаторов и синтеза МУНТ (TRL=5-7)

Разработаны модификаторы на основе МУНТ:

- Концентраты МУНТ для реактопластов, термопластов, эластомеров
- Компаунды на основе МУНТ
- Высококонцентрированные суспензии в различных жидких средах для функциональных покрытий и батарей



- **МУНТ ИК СО РАН превосходят зарубежные аналоги** по электропроводящим свойствам в полимерных композитах



Высокодисперсные суспензии МУНТ для Li-ионных источников тока: _

- Суспензия в NMP для введения МУНТ в катодную пасту
- Модификатор поверхности частиц катодного активного материала
- Модификатор подслоя токосъемной фольги
- Водная Суспензия для введения МУНТ в анодную пасту

Разрабатываемые продукты и технологии для Li-ion



Суспензии с содержанием 2-5 масс.% МУНТ

Введение УНТ в состав катодной пасты:

- Простота введения
- Универсальный подход
- Требуется коррекция вязкости
- Увеличение стабильности при циклировании

УНТ-покрытие частиц катодного активного материала:

- Более низкие эффективные концентрации
- Не требует коррекции производственного процесса
- Снижение количества связующего
- Увеличение стабильности при циклировании

Нанесение УНТ на подложку токосъемной фольги:

- Увеличение адгезии
- Увеличение электропроводности

Введение УНТ в состав анодной пасты композитного кремнийсодержащего анода:

- Простота введения
- Требуется коррекция вязкости
- Увеличение стабильности при циклировании



Разрабатываемые продукты и технологии для катода

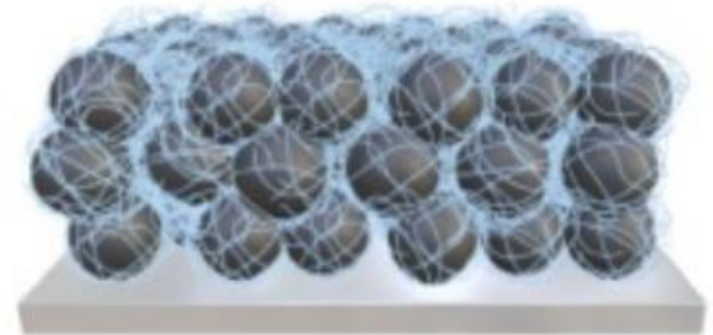
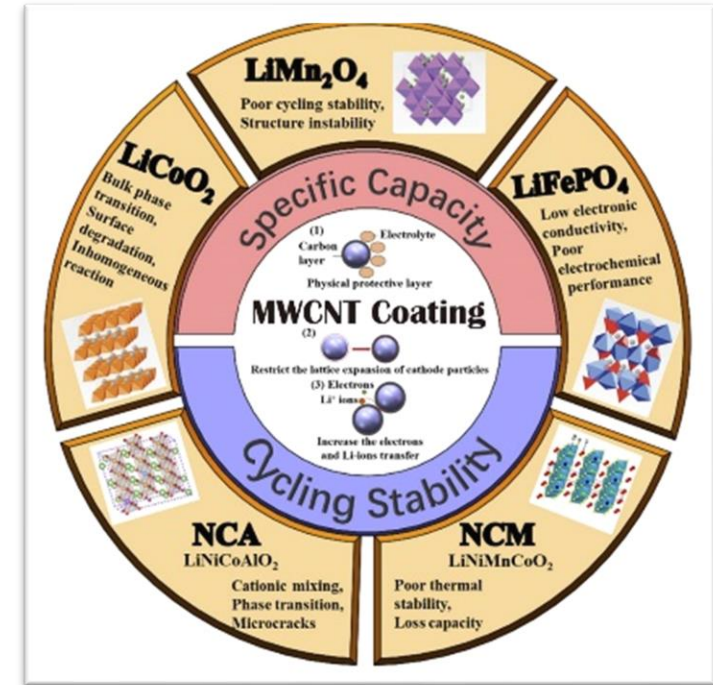
Текущее решение

- В качестве проводящей добавки 1,5 - 2 масс.% техуглерода Super P с полимерным связующим (1-3%)

Решение с МУНТ

Частичная или полная замена проводящей добавки (тех.углерод) и связующего на УНТ (0.2 -1%) обеспечивает армирование КАМ и снижение внутреннего сопротивления электрода :

- Быстрая зарядка/разряд в LIB с высокой плотностью тока
- Повышение стабильности при циклировании (стабилизация частиц активного материала катода)
- Повышение емкости (эффективная сеть переноса электронов)
- Увеличение доли активного материала в сухой массе электрода за счет снижения доли связующего и проводящей добавки



Введение УНТ в состав катодной пасты

В качестве рыночного продукта предлагается суспензия МУНТ в метилпирролидоне



Раксчетное Удорожание катодного материала:

2-9% От крупнотоннажной стоимости (4000-5000 р/кг) для концентрации МУНТ в рецептуре катода 0.25-1% масс соответственно

Структура себестоимости суспензии МУНТ для введения в катодную пасту



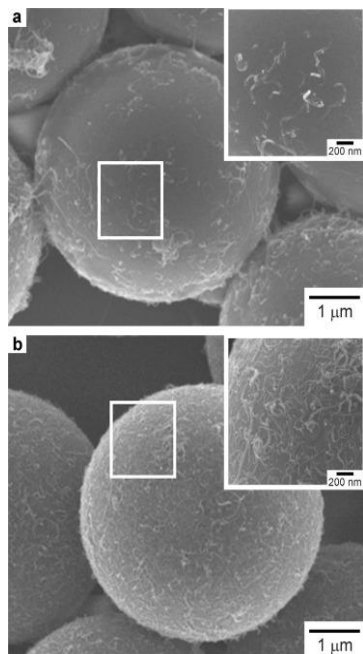
Отработанная технология индустриального производства суспензий на нанокуглеродных материалах



Введение УНТ в состав катодной пасты

Покрывание УНТ частиц катодного активного материала

В качестве рыночного продукта предлагается покрытые МУНТ частицы КАМ (из суспензии в Изопропанол/воде)

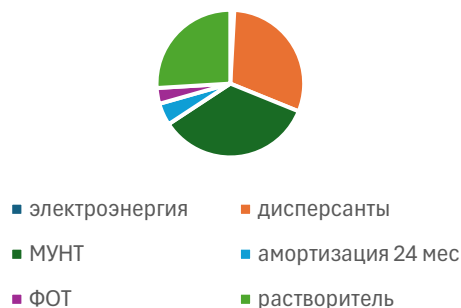


Удорожание катодного материала:

1-5% От крупнотоннажной стоимости (4000-5000 р/кг) при 0,15-0,5% масс МУНТ

Прогнозируемая стоимость покрытия 1 кг Катодного материала менее 250 руб .

Структура цены покрытия КАМ



Модифицированный МУНТ активный катодный материал

Отработанная технология пилотного производства суспензий на нанокуглеродных суспензиях (Ю.Корея)

Текущая стадия:
Разработка Технологии индустриального нанесения МУНТ покрытия на частицы КАМ

Модификация анода ЛИА

Текущее решение в индустрии:

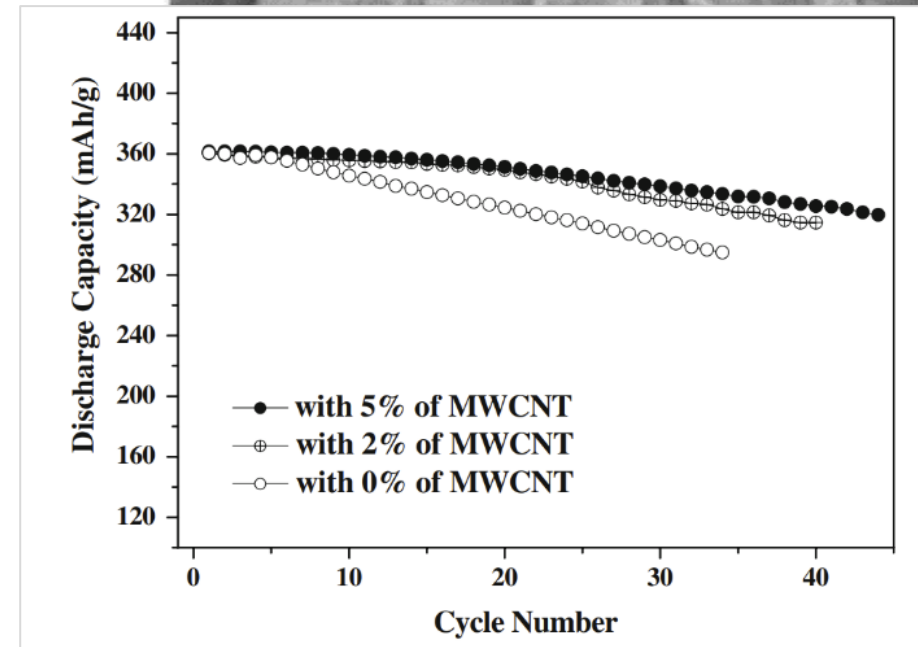
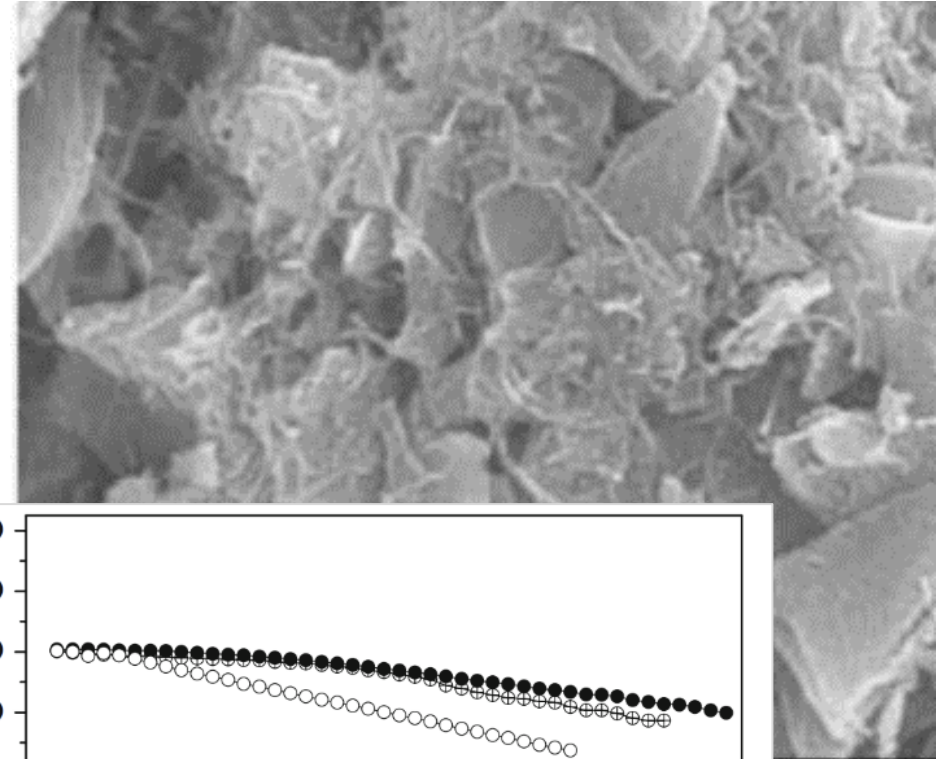
- Графитовый анод

Эффект от МУНТ в графитном анодном материале:

- Увеличение циклируемости
- Повышение стабильности материала

МУНТ-Si/(SiOx)-C композитный анод (нанокомпозит):

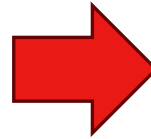
- Повышение емкости анода, (100% Si – 4200 Втч/кг, 100% SiOx – 1600-2000 Втч/кг)
- Стабилизация наночастиц Si (SiOx) при циклировании на высоких токах
- высокая емкость (комбинация графит/Si (либо SiOx)-МУНТ)



Модификация анода ЛИА

Технический Задел НГУ:

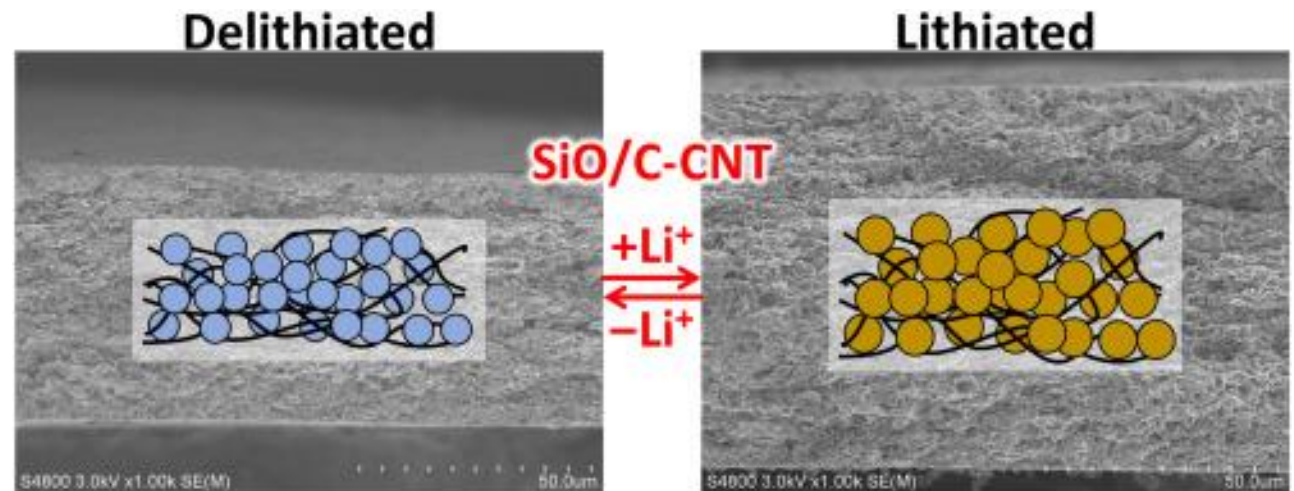
- Водная Суспензия МУНТ для введения в анодный материал (получения композитного анода):
- Разработана индустриальная технология получения водных суспензий МУНТ
- Исследованы дисперсанты МУНТ, совместимые с материалом электрода.



Предлагаемая Разработка

МУНТ-Si композитный анод (нанокомпозит)

- Способ получения и состав композитного анода комбинация графит/Si-МУНТ
- Способ получения и состав композитного анода комбинация графит/SiO-МУНТ



Благодарим за внимание

Телефон: +79130162864
Электронная почта: s.chupin@nsu.ru