



РАЗРАБОТКА МОДИФИЦИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ УГЛЕРОДНЫХ НАНОАДДИТИВОВ



СОДЕРЖАНИЕ

Многостенные углеродные нанотрубки

- Ключевые свойства МУНТ
- Области применения

Модификаторы на основе МУНТ

- Модификаторы для реактопластов
- Модификаторы для термопластов
- Модификаторы для резин
- Суспензии для покрытий и композитов
- Суспензии для аккумуляторов

Применения МУНТ

- Эластомеры
- Термопласты
- Полимерные Композитные Материалы
- Функциональные Покрытия
- Химические Источники Тока



Ключевые свойства МУНТ



Электропроводность

За счет создания трехмерной сети МУНТ полимерные материалы приобретают электропроводящие свойства, а также поглощают электромагнитное излучение в широком диапазоне длин волн



Теплопроводность

МУНТ способствует повышению теплопроводности полимерной матрицы, что позволяет эффективно рассеивать тепловую энергию



Прочность

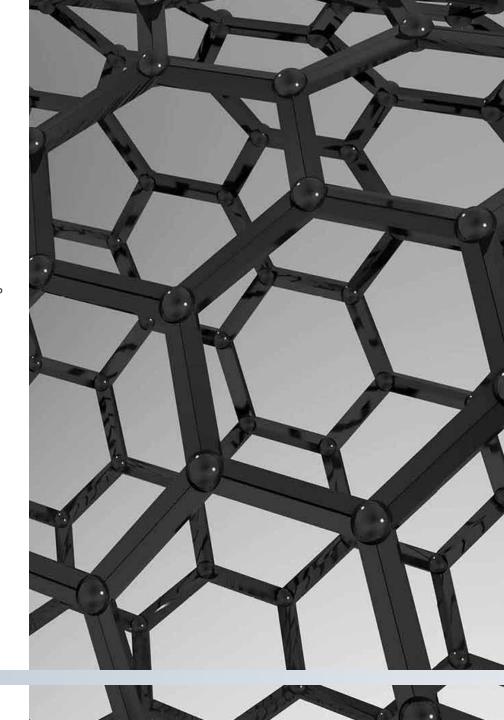
МУНТ предотвращают развитие трещин в полимерной матрице, повышая эксплуатационные характеристики материала, упругость и снижая фрикционные потери



L/D > 1000

Высокое аспектное соотношение

Благодаря высокому показателю длины к диаметру, эффективная дозировка МУНТ в материале начинается уже от 0,1%



Области применения



Функциональные покрытия

- Антистатические полы, краски, гелькоуты, металлопокрытия
- Электропроводящие грунтовки
- Экранирующие покрытия
- Антикоррозионные краски
- Износостойкие и трещиностойкие покрытия
- Покрытия с возможностью резистивного нагрева



Композиты

- Препреги с повышенной трещиностойкостью и ударной прочностью для авто- и авиастроения
- Антистатические трубы для систем вентиляции шахт
- Полиэфирные SMC/BMC: антистатические корпуса для электроники, решетчатые настилы, люки, емкости, оснастка



Термопласты

- Экранирующие/ антистатические/ электропроводящие конструкционные пластики с улучшенным физмехом
- Экструзионный токопроводящий слой силового кабеля
- Антистатические емкости методом ротационного формования
- Композиты с повышенной трещиностойкостью и ударной прочностью для авто- и авиастроения



Шины и РТИ

- Легковые, грузовые, индустриальные шины с улучшенными физикомеханическими, динамическими и эксплуатационными свойствами
- Конвейерные ленты
- Приводные ремни
- Кольца, манжеты, сальники
- Профили, уплотнители
- Морозостойкие изделия (манжеты, кольца, муфты)



Источники тока

- Нанокомпозитные электродные материалы аккумуляторных батарей
- Катодный материал для LIB с улучшенными характеристиками
- Композитный Si/C анод для LIB с увеличенной емкостью и стабильностью при циклировании
- Электродный материал для суперконденсаторов (для батарей, электроавтомобилей, БАС, систем хранения энергии,

0.000.000.000.000

Суспензии МУНТ



Высокодисперсные водные суспензии для функциональных покрытий (4 типа)

- До 5% МУНТ
- Срок годности 6 мес
- Высокая коллоидная совместимость с различными связующими

Область применения:

Антистатические покрытия, модификация наполнителей ПКМ, антистатические латексы, анодные материалы Li-батарей, экранирующие покрытия



Высокодисперсные суспензии в сольвентах (ацетаты, спирты)

- До 3% МУНТ
- Срок годности 3-6 мес
- Высокая коллоидная совместимость

Область применения:

Антистатические покрытия, модификация наполнителей ПКМ, экранирующие покрытия, антикоррозионные покрытия



Суспензия в NMP для Li-батарей

- До 5% МУНТ
- Срок годности 6 мес
- Состав, совместимый с электродами литиевых АКБ

Область применения:

Модификация Катодного материала Li источников тока

Химические источники тока



Резюме проекта

Разрабатываемые решение:

Суспензия МУНТ для модификации катодного материала Li батарей

Преимущество решения:

- ~50% МУНТ в мире используются в Li-ion батареях, прежде всего для модификации катода. – широуо использемое решение, один из основных рвнков МУНТ
- Увеличение стабильности при циклировании
- Увеличение удельной плотности заряда катода
- Уменьшение внутреннего сопротивления ячейки
- Уменьшение нагрева
- Замена других компонент рецептуры (

Перспективы и тренды LIB в России



2032 г. – 12 ГВт*ч (3 завода по 4 ГВт*ч)





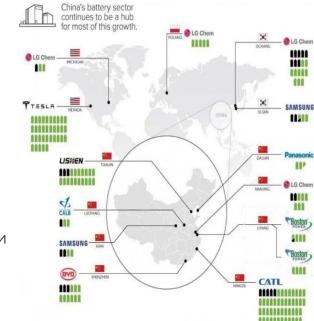


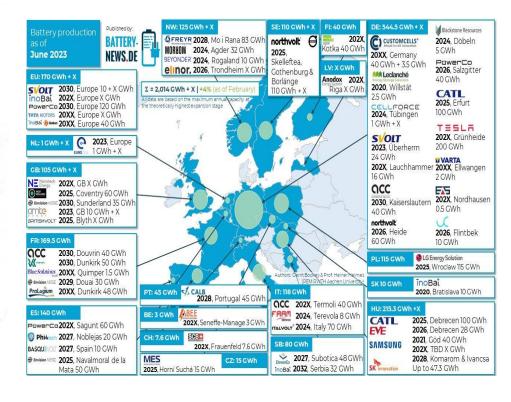


Остальные производители суммарно до 10 ГВ*ч до 2030

К 2026-2027 г. по внутренней стратегии развития Российским производителям требуется обеспечить локализацию компонентной базы.

Прогнозируемый рынок РФ катодных активных материалов (КАМ), при производстве более 20к тонн/год.
Потребление МУНТ как проводящей добавки составляет около 8 тонн/ГВт*ч (при модификации КАМ 0,3-1,0% масс МУНТ), объем потребления МУНТ в составе суспензий для катода: 150-450 тонн к 2030 г





Разрабатываемые продукты и технологии

Текущее решение

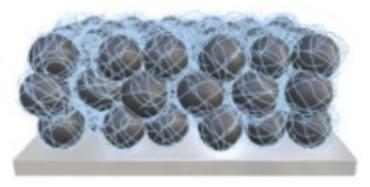
• В качестве проводящей добавки 3-5 масс.% техуглерода Super P с полимерным связующим (3-5%)

Решение с МУНТ

Частичная или полная замена проводящей добавки (тех.углерод) и связующего на УНТ (0.3 -1%) обеспечивает армирование КАМ и снижение внутреннего сопротивления электрода:

- Быстрая зарядка/разряд в LIB с высокой плотностью тока
- Повышение циклируемости (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





Разрабатываемые продукты и технологии



Суспензии с содержанием 3-5 масс.% МУНТ

Введение УНТ в состав катодной пасты:

- Простота введения
- Универсальный подход
- Требует коррекции вязкости

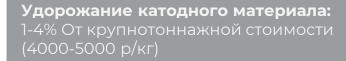
УНТ-покрытие частиц катодного активного материала:

- Более низкие эффективные коцентрации
- Не требует коррекции производственного процесса
- Снижение количества связующего

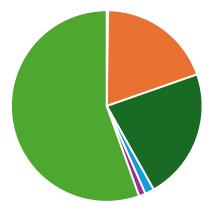


Введение УНТ в состав катодной пасты

В качестве рыночного продукта предлагается суспензия МУНТ в метилпирролидоне



Структура себестоимости суспензии МУНТ для введения в катодную пасту



■ электроэнергия ■ дисперсанты ■ MУНТ ■ амортизация 24 мес ■ ФОТ ■ растворитель

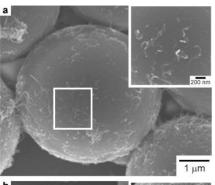
Отработанная технология индустриального производства суспензий на наноуглеродных материалах (Ю.Корея)

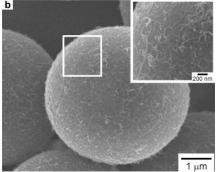


Введение УНТ в состав катодной пасты

Покрытие УНТ частиц катодного активного материала

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

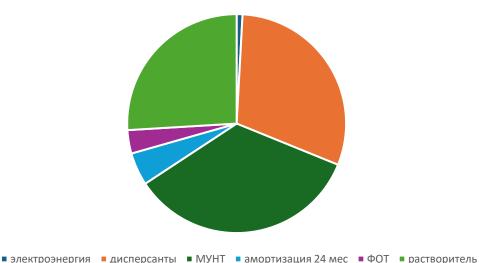




Удорожание катодного материала: До 5% От крупнотоннажной стоимости (4000-5000 р/кг)

Прогнозируемая стоимость покрытия 1 кг Катодного материала менее 250 руб.

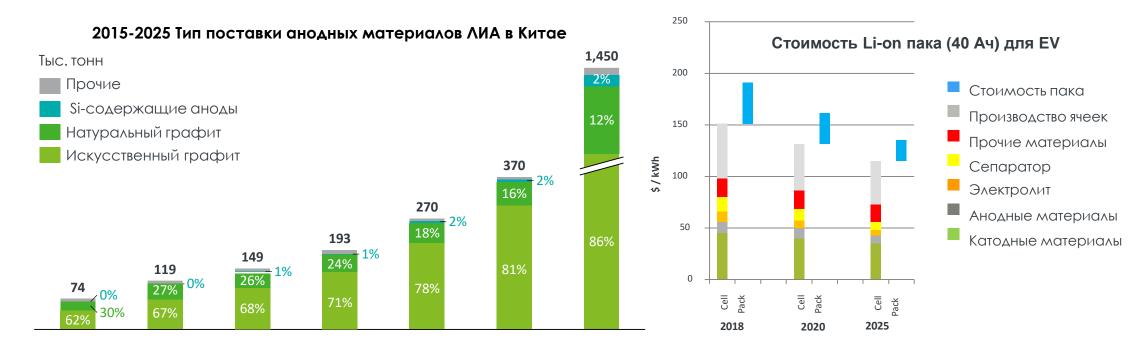




Отработанная технология пилотного производства суспензий на наноуглеродных суспензиях (Ю.Корея)

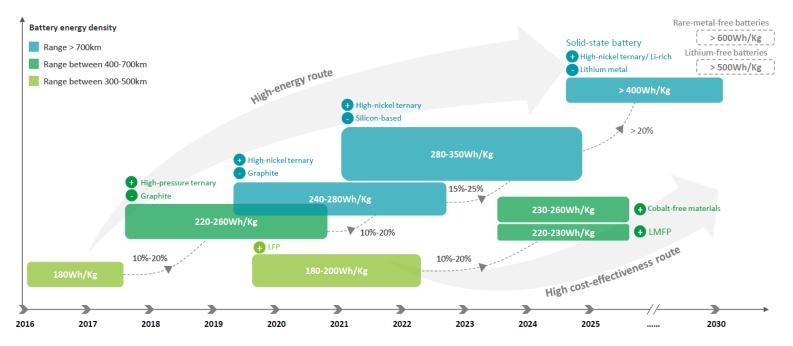
Технология индустриального нанесения МУНТ покрытия: Необходимо масштабирование

Конечный продукт: Модифицированный МУНТ катодный активный материал



В промежуток 2023-2025 год ожидается решение всех технологических проблем связанных с кремний-содержащими анодами и переходу к промышленному использованию





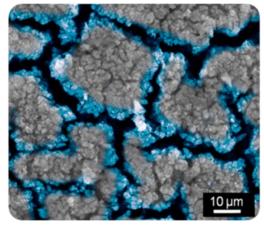
<u>Si-содержащие композитные анодные материалы</u>

Практическая ёмкость кремния более 3500 Ач/кг, но применение ограничивают физико-химические проблемы, протекающие при работе Si-содержащих материалов:

большая необратимая ёмкость 1-го цикла из-за окислов, образующихся при синтезе.

большая необратимая ёмкость 1-го цикла из-за увеличения площади материала при интеркаляции Li быстрая деградация ёмкости из-за разрушения материала и увеличения сопротивления Емкость высококачественных графитовых материалов на рынке достигла 360~365 мАч/г, что подразумевает ограниченные возможности повышения плотности энергии в литиевых батареях.

Наилучшие коммерческие образцы LIB системы NMC811/графит - 295 Вт-ч/кг в цилиндрических корпусах 46XX



Модификация анода ЛИА

Текущее решение в индустрии:

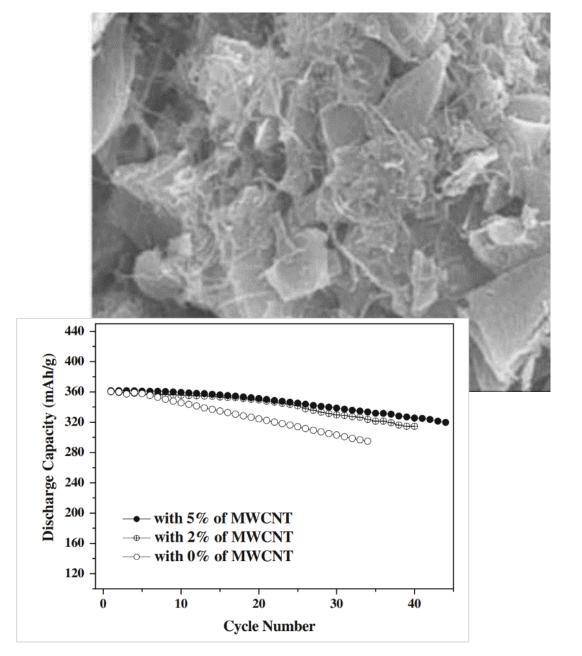
• Графитовый анод

Эффект от МУНТ в графитном анодном материале с кремниевыми частицами:

- Увеличение циклируемости
- Повышение стабильности материала

МУНТ-Si-C композитный анод (нанокомпозит):

- Повышение емкости анода, (100% Si 4200 Втч/кг)
- стабилизация Si при циклировании на высоких токах
- высокая емкость (комбинация графит/Si-MУНТ)



Модификация анода ЛИА

Технический Задел НГУ:

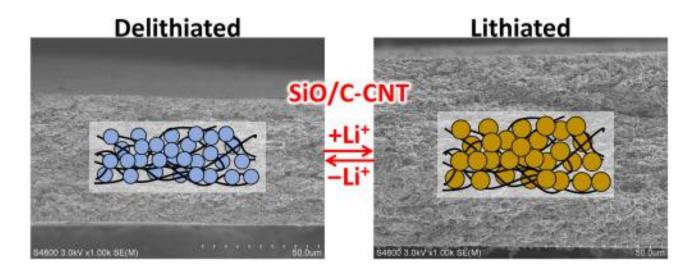
- Водная Суспензия МУНТ для введения в анодный материал (получения композитного анода):
- Разработана индустриальная технология получения водных суспензий МУНТ
- Исследованы дисперсанты МУНТ, совместимые с материалом электрода.



Разработка в 2025

МУНТ-Si композитный анод (нанокомпозит)

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





Благодарим за внимание

Телефон: Электронная почта: