ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ворфоломеевой Анны Андреевны «Материалы из однослойных углеродных нанотрубок с фосфором для анодов литий-ионных аккумуляторов», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия

Литий-ионные аккумуляторы находят широкое применение в различных областях – от электроники до источников бесперебойного питания и электротранспорта. Красный фосфор является перспективным анодным материалом благодаря высокому значению теоретической емкости и относительно невысокому рабочему потенциалу. Однако низкая электропроводности и сильному объемному расширению при электрохимическом взаимодействии с литием, этот материал не может быть использован в литиевых источника тока. В диссертационной работе Ворфоломеевой А.А. представлены результаты по синтезу гибридных материалов на основе однослойных углеродных нанотрубок, заполненных фосфором, а также установлены взаимосвязи между параметрами синтеза, составом, строением материала и его электрохимическими характеристиками в литий-ионном аккумуляторе.

Диссертантом проведена большая кропотливая работа по синтезу с использованием различных подходов, анализу данных с применением современных методов исследования, дополненных численными расчетами. Получен ряд новых интересных результатов, среди которых особо стоит отметить убедительные экспериментальные доказательства заполнения фосфором нанотрубок, высокую стабильность материалов с внедренными атомами фосфора в процессе длительного электрохимического циклирования, оригинальную методику получения дефектных нанотрубок, позволяющая существенно увеличить удельную емкость материала.

Замечания по автореферату:

- На стр. 16 сказано, что ультразвуковая обработка увеличивает концентрацию кислорода в образце sOУНТ до ~5 ат%, что связано с функционализацией краев нанотрубок кислородсодержащими группами в процессе обработки. Как определено это значение? При этом возрастает и содержание фосфора. Не может ли дополнительная часть фосфора прореагировать с указанным выше кислородом с образованием оксидных форм фосфора?

- Не ясно, что соискатель понимает под интеркаляцией лития в одностенные нанотрубки? Обычно под интеркаляцией понимают внедрение атомов в межплоскостное пространство без существенной

перестройки структуры. В одностенной нанотрубке имеется всего одна скривленная плоскость. Возможно, в этом случае вместо интеркаляции следует рассмотреть процесс адсорбции атомов лития на внешней и внутренней поверхностях нанотрубки.

- Никак не прокомментирован процесс резкого снижения удельной емкости при первом разрядном цикле. С чем связано столь резкое падение?

- Каково теоретическое значение емкости полученных материалов? Если добавочная емкость связана с наличием дефектов, то сколько дефектов должно появиться, чтобы объяснить наблюдаемое увеличение электрохимической емкости после ультразвуковой обработки?

Указанные замечания не являются существенными и не снижают общего благоприятного впечатление, которое производит работа. Полученные результаты соответствуют мировому научному уровню, опубликованы в журналах с высоким импакт-фактором. Нет никакого сомнения в том, что соискатель, Ворфоломеева Анна Андреевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия

Главный научный сотрудник
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института химии твердого тела и механохимии СО РАН
630090, г. Новосибирск, ул. Кутателадзе 18
Тел. +7-383-332-40-02; mail: varov@solid.nsc.ru;
Сайт: www.solid.nsc.ru
Доктор химических наук, доцент

Уваров Николай Фавстович

Подпись Н. Ф. Уварова заверяю.
Ученый секретарь ИХТТМ СО РАН
Доктор химических наук Т.П. Шахтшнейдер

7 мая 2025 г.