

ОТЗЫВ

На автореферат диссертационной работы Катаева Эльмара Юрьевича «РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ГРАФЕНА И ГРАФЕНОПОДОБНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССАХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ КИСЛОРОДА», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – химия твердого тела, специальности 02.00.05 – электрохимия.

В настоящее время в современной энергетике большой интерес вызывает развитие технологий перезаряжаемых химических источников тока. В связи с этим важной задачей является поиск и развитие новых энергоёмких и эффективных перезаряжаемых источников. Наилучшие удельные энергетические характеристики среди вторичных ХИТ имеют литий-ионные системы. Несмотря на заметные успехи, достигнутые во многих областях благодаря развитию литий-ионных аккумуляторов, в настоящее время продолжают активные исследования новых электрохимических систем, способных обеспечить еще более высокие удельные показатели. По этой причине ХИТ, в основе работы которых лежит реакция восстановления кислорода (РВК), привлекают особое внимание – сравнительно высокий окислительно-восстановительный потенциал кислорода способен обеспечить большое рабочее напряжение источника питания, в то время как малая молярная масса эквивалента позволяет достигать высокой удельной ёмкости. В связи с этим актуальной задачей является исследование электрохимических процессов восстановления кислорода и побочных химических реакций, протекающих на поверхности углеродных положительных электродов в модельных химических и электрохимических системах без участия жидкого электролита.

Диссертация Катаева Э. Ю. посвящена экспериментальному исследованию разнообразных химических и электрохимических реакций в углеродсодержащих литиевых системах с участием, как материала электрода, так и электролита.

Целью работы стало установление фундаментальных физико-химических процессов, ответственных за химическую нестабильность углеродных положительных электродов в ходе протекания электрохимического восстановления кислорода в апротонных средах. Для достижения указанной цели в работе использовался комплекс современных методов анализа: рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, фотоэлектронная спектроскопия с угловым разрешением, РФЭС при давлении, близком к атмосферному, анализа ближней тонкой структуры рентгеновских спектров поглощения, дифракция медленных электронов, сканирующая туннельная микроскопия, растровая и просвечивающая электронная микроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния (КР).

Работа выполнена на кафедре неорганической химии химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова». Диссертационная работа изложена на 178 страницах машинописного текста, иллюстрирована 121 рисунками и 15 таблицами. Работа состоит из введения, 4 глав,

включая литературный обзор, экспериментальную часть и обсуждение результатов, а также выводов и списка литературы.

Комплексные исследования, проведенные автором диссертации, с использованием методов фотоэлектронной спектроскопии и дифракции, сканирующей туннельной микроскопии и первопринципных квантовохимических расчетов, позволили получить важные и интересные результаты среди которых следует выделить следующие:

1. Показано, что углеродные материалы не вступают в реакции с основными продуктами разряда литий-воздушных аккумуляторов с апротонным электролитом – пероксидом и оксидом лития.
2. Установлено, что даже выращенный эпитаксиальный графен высокого структурного совершенства подвергается химической деградации под воздействием интермедиата РВК – надпероксида лития. Выявлены закономерности в реакционной способности графена в зависимости от концентрации дефектов, наличия кислородсодержащих функциональных групп и примесных атомов бора, а также пиридинового и графитового азота.
3. Предложен механизм радикальной реакции окисления графена кислородом в присутствии надпероксид-аниона.
4. Доказано, что деградацию углеродных материалов в процессе электрохимического восстановления кислорода провоцирует интермедиат РВК – надпероксид-анион, причем центрами реакции являются различные дефекты.

В качестве замечания можно отметить, что в автореферате можно найти некоторые неточности. Согласно определению графен – это монослой атомов углерода, объединенных в двумерную гексагональную кристаллическую решетку. В работе используется термин многослойный графен (что отвечает модификации графита), видимо следовало бы употреблять название «графеноподобные пленки» (ГПП).

Оценивая диссертацию в целом, можно сказать, что она представляет собой самостоятельное и завершенное исследование, выполненное с применением современных экспериментальных и расчетных методов. Высказанное замечание не затрагивает каким-либо серьезным образом ни одно из защищаемых положений. Достоверность и обоснованность результатов диссертационной работы не вызывает сомнений и подтверждается результатами определяется использованием комплекса современных экспериментальных методов, согласием результатов анализа образцов независимыми методами исследования, воспроизводимостью полученных экспериментальных данных, а также сопоставлением некоторых данных с результатами работ других авторов, выполненных для подобных систем и публикациями в таких журналах как NanoLetters и ACS Nano. Результаты диссертации представляют несомненный интерес для многих специалистов, работающих в этой области.

Автореферат верно отражает содержание диссертации.

Оценивая диссертацию Катаева Эльмара Юрьевича в целом, следует признать, что она удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – химия твердого тела, специальности 02.00.05 – электрохимия.

Отзыв составлен профессором, доктором физико-математических наук Андреем Михайловичем Ионовым.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики твердого тела Российской академии наук (ИФТТ РАН),
142432, МО, г. Черноголовка, ул. Академика Осипьяна, д. 2,
e-mail: adm@issp.ac.ru телефон: 8 (496) 522-81-60

Подпись А.М.Ионова заверяю,

Ученый секретарь ИФТТ РАН

в.н.с., д.ф.-м.н.



Г.Е.Абросимова