

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ермаковой Александры Сергеевны на тему «Окислительно-восстановительная модификация высокопористых углеродных материалов для электрохимических конденсаторов», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.05 – электрохимия

Изучение процессов, протекающих на углеродных материалах при окислительно-восстановительной модификации веществами различной природы для создания новых электродных материалов, способных накапливать энергию по двум различным механизмам – двойнослойному и фарадеевскому – является актуальной задачей современной электрохимии. В рамках выполненной научной работы Ермаковой А.С. предложен общий механизм редокс-модификации, состоящий в формировании новой пористой структуры и образовании дополнительных поверхностных функциональных редокс-центров вследствие частичной окислительной деструкции углеродного каркаса или непосредственного допирования. Автором убедительно показано, что наиболее эффективной с точки зрения повышения удельной емкости является окислительно-восстановительная модификация азотной кислотой, обеспечивающая увеличение емкости на 27% и стабильное циклирование нового модифицированного электрода в течение 1000 циклов заряда-разряда.

Соискателем использован широкий спектр экспериментальных методик и теоретических подходов для интерпретации полученных оригинальных данных. Полученные результаты достоверны, согласуются друг с другом и с известными литературными данными. Сделанные основные выводы полностью обоснованы.

По тексту автореферата возникают некоторые вопросы и замечания, в основном, из-за определенных терминологических неточностей и неудачных формулировок в представлении химических процессов:

- 1) Гидроксиды калия и натрия не могут являться окислителями/восстановителями в процессе модификации свойств углеродного материала.
- 2) Неудачная формулировка: «Окислительно-восстановительная модификация углеродного электрода перманганатом калия состоит в образовании частиц оксида марганца (IV) и их допировании в электрод на основе углеродного материала». Очевидно, что никакого допирования углеродного материала диоксидом марганца не происходит. Этот оксид образуется вследствие

восстановления перманганата углеродным материалом, что приводит к получению композитного материала углерод/диоксид марганца.

- 3) Неудачная формулировка: «Оксид марганца (IV) допировали в течение 40 минут». Как допировали этот оксид?
- 4) Приведенная в реферате (8) реакция: $\text{MnO}_2 + \text{Na}^+ + e^- \leftrightarrow \text{MnOONa}$ маловероятна для пиролюзита (структура рутила) вследствие стерических ограничений. Она возможна для структур диоксида марганца с другими структурами (голландита и др.). Более вероятна «интеркаляция» протона с образованием MnOOH .

Данные замечания не снижают общего очень благоприятного впечатления о представленной работе.

Считаю, что диссертационная работа Ермаковой А.С. «Окислительно-восстановительная модификация высокопористых углеродных материалов для электрохимических конденсаторов» полностью соответствует критериям, установленным в п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями постановления Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 г. 335), а ее автор заслуживает присвоения степени кандидата химических наук по специальности 02.00.05 - электрохимия.

Заведующий кафедрой электрохимии
Химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова,
Доктор химических наук (02.00.01 – неорганическая химия),
Член-корреспондент РАН

Евгений Викторович Антипов

119991, Москва, Ленинские горы 1-3
Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Тел.: +7(495)9393375
Email: evgeny.antipov@gmail.com

17 ноября 2020 г.

Подпись Е.В. Антипова заверяю

