

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Мальцева Александра Андреевича «Поверхностно модифицированные, мезопористые и наноструктурированные углеродные материалы для электрохимических накопителей энергии», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия

Актуальность темы диссертации

В последнее время отмечается повышенный интерес научного сообщества к суперконденсаторам на основе углеродных материалов, что подтверждается прежде всего возрастающим с каждым годом числом публикаций по тематикам «суперконденсаторы» и «углеродные материалы» (по данным Scopus). Предметом исследования в работах по данным тематикам могут являться углеродные материалы для суперконденсаторов, исследования физико-химических процессов в суперконденсаторах и различные аспекты применения новых типов электрохимических накопителей энергии.

Диссертация Мальцева Александра Андреевича затрагивает главным образом две научные проблемы, связанные с тематикой суперконденсаторов: методика исследования и отбора углеродных материалов для электродов суперконденсаторов и вопросы получения новых углеродных материалов, способных обеспечить повышенные эксплуатационные характеристики суперконденсаторов. Представленная в работе методика отбора углеродных материалов для электродов суперконденсаторов отличается малой трудоемкостью и нетребовательна к приборной базе, но тем не менее позволяет определить, какие именно углеродные материалы будут оптимальными в качестве электродов суперконденсаторов, что может быть востребовано на предприятиях, выпускающих данные изделия. Кроме того, автор предлагает несколько оригинальных подходов к синтезу углеродных материалов для электродов суперконденсаторов, что с одной стороны представляет научный интерес, а с другой стороны, может найти практическое применение.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Диссертационная работа Мальцева Александра Андреевича имеет традиционную структуру и включает: введение, обзор литературы, обзор методов исследования и две главы, посвященные соответственно теоретической и практической части работы. Работа изложена на 134 страницах, содержит 40 рисунков, 10 таблиц и 25 формул. Содержательная часть работы завершается выводами, которые точно отражают полученные в

рамках диссертации научные и практические результаты. Список литературы включает 161 наименование.

Во введении рассматривается актуальность работы, ставятся научные задачи, описывается структура работы, обозначается ее практическая значимость. Введение соответствует общепринятым стандартам для диссертационных работ.

В первой главе приводится обзор литературы по тематике диссертации. Рассматриваются внутреннее устройство и принципы работы суперконденсаторов, приводится обзор методов исследования основных характеристик суперконденсаторов. Приведен обзор электролитов для суперконденсаторов. Также в работе приводится достаточно подробный обзор углеродных материалов, используемых для электродов суперконденсаторов, рассматриваются различные способы синтеза материалов, области применения, достоинства и недостатки.

Во второй главе диссертационной работы приводится обзор методов исследования как самих углеродных материалов, так и суперконденсаторов на их основе. В работе использованы современные методики исследования, выбор методик хорошо обоснован, достоверность результатов не вызывает сомнений.

В третьей главе диссертационной работы рассматривается физическая модель, отражающая взаимосвязь удельной емкости суперконденсатора с удельной поверхностью электрода, измеренной методом адсорбции красителя Метиленового голубого. Модель экспериментально проверена на выборке из 18 углеродных материалов, имеющих различный химический состав и строение. Для 12 из 18 образцов расхождение измеренных значений емкости с предсказанными на основе модели не превышает 15%, что считается приемлемым результатом в рамках данной работы.

В четвертой главе описывается синтез новых углеродных материалов для электродов суперконденсаторов, а также приводятся результаты исследований материалов и суперконденсаторов на их основе. В качестве новых материалов представлены: углеродные композиционные материалы с добавлением сверхсшитого полистирола; пироуглеродные материалы, содержащие внедренный кластер нульвалентного железа; озонированные углеродные материалы.

Диссертация завершается основными выводами по проделанной работе.

Работа является полностью законченным научным трудом, принципиальных замечаний к содержанию и структуре диссертации и автореферата не имею.

Оценка научной и практической значимости диссертационной работы

Работа Мальцева Александра Андреевича имеет большую научную и практическую значимость. В рамках данной работы предлагается оригинальный способ увеличения электропроводности электродов суперконденсаторов путем использования материалов с внедренными металлическими нанокластерами. В работе содержится исследование процессов озонирования поверхности материалов для электродов суперконденсаторов, позволяющее получить суперконденсатор с повышенным удельным запасом энергии. Проведено сравнение химического состава углеродных материалов в различных условиях и показано, что оптимальным является озонирование в токе газов.

Замечания по диссертации

К диссертационной работе Мальцева Александра Андреевича имеется ряд замечаний.

1. При расчете емкости электрода автор явным образом учитывает размер ионов, однако в настоящее время прямая и однозначная зависимость емкости двойного слоя от размера адсорбируемых ионов не установлена.

2. При использовании адсорбционного метода анализа поверхности углеродных материалов автором не учитывается зависимость специфической адсорбции от заряда и/или потенциала поверхности. При адсорбции заряженных молекул красителя подобная зависимость может вносить существенный вклад в величину удельной адсорбции.

3. В качестве рабочей модели суперконденсатора, для которой в дальнейшем проводятся расчеты, автором предлагается не достаточно корректная эквивалентная электрическая схема. В целом предложенная модель, на мой взгляд, сильно упрощена и не учитывает распределенного характера заряжения двойного электрического слоя в реальном электроде.

4. В тексте имеются опечатки. Масштаб на микрофотографиях трудночитае́мый. Присутствует некорректное обозначение осей циклических вольтамперных кривых.

Сделанные замечания носят частный характер и не отражаются на общей высокой оценке исследования и уровня квалификации автора.

Диссертационная работа Мальцева Александра Андреевича является самостоятельным и завершенным исследованием, в котором решена актуальная научная задача в области физической химии. Автореферат диссертации и опубликованные в рамках исследований печатные работы полно и достоверно отражают основное содержание работы. Материалы диссертации были представлены на различных научных конференциях и опубликованы в рецензируемых научных журналах.

Диссертация соответствует паспорту специальности 02.00.04 – Физическая химия.

Считаю, что по своей новизне, актуальности и практической значимости диссертационная работа Мальцева Александра Андреевича соответствует основным требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, в редакции с изменениями, утвержденными Постановлением Правительства РФ от 21.04.2016 г. № 335 «О внесении изменений в положение о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а автор работы, **Мальцев Александр Андреевич**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия.

Рычагов Алексей Юрьевич,

Старший научный сотрудник лаборатории процессов в химических источниках тока Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук, к.х.н.



А.Ю. Рычагов

25 апреля 2019,

119071 г. Москва, Ленинский проспект, 31, к.4,

тел: +7(915)215-05-69

e-mail: rychagov69@mail.ru

Подпись Рычагова А.Ю. удостоверяю:

*зав. администрацией
Евсеев*

