

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

о соответствии диссертационной работы Мальцева Александра Андреевича «Поверхностно модифицированные, мезопористые и наноструктурированные углеродные материалы для электрохимических накопителей энергии» профилю Диссертационного совета Д 002.039.01 и требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Комиссия в составе – д.х.н., проф. Кузьмина В.А., д.х.н. Некипеловой Т.В., д.х.н. Татиколова А.С. констатирует, что диссертационная работа «Поверхностно модифицированные, мезопористые и наноструктурированные углеродные материалы для электрохимических накопителей энергии» по теме, постановке задач, методам исследования и полученным результатам соответствует специальности 02.00.04 – физическая химия (химические науки).

Комиссия отмечает следующие *основные научные результаты* диссертационной работы и ее новизну:

Впервые предложена физическая модель плоских щелевых пор, отражающая связь между измеренной удельной поверхностью материала электрода и удельной емкостью суперконденсатора на основе данного материала; автором впервые предложен усовершенствованный метод измерения удельной поверхности высокопористых углеродных материалов, основанный на адсорбции красителя из растворов с высокой оптической плотностью.

Впервые были созданы и испытаны электроды суперконденсаторов на основе композиционных материалов углерод-сверхсшитый полистирол и пироуглерод-железо(0). Данные материалы отличаются оригинальной микроструктурой, которая обладает повышенными значениями удельной адсорбционной поверхности, удельной емкости и удельной электропроводности по сравнению с исходными углеродными материалами.

Впервые предложен метод поверхностной модификации углеродных материалов путем окисления материала озоном в токе газов в кипящем слое. Показано, что газофазное окисление позволяет значительно увеличить содержание электрохимически активных групп в материале, что положительно сказывается на электрохимических характеристиках суперконденсаторов.

*Степень достоверности полученных результатов.*

Достоверность результатов научных исследований, полученных в работе, подтверждается корректным использованием современных методов исследования, широко применяемых в физической химии, электрохимии и науке о материалах, такими как циклическая вольтамперометрия, электронная микроскопия, спектрофотометрия, ИК-Фурье спектроскопия. Научные положения и выводы диссертации Мальцева А.А. обоснованы, достоверны и логически вытекают из полученных экспериментальных данных.

*Практическая и научная значимость результатов диссертационной работы.*

Работа Мальцева А.А. представляет интерес, как с научной, так и с практической точки зрения. По результатам проведенных исследований предложены составы и методики синтеза углеродных композиционных материалов, применяемых в качестве электродов суперконденсаторов. Предложен метод косвенной оценки среднего размера пор в углеродных материалах, отличный от метода низкотемпературной адсорбции-десорбции газов, но дающий близкие к нему результаты. С целью практического применения полученных результатов была разработана методика озонирования углеродных материалов в токе газов в кипящем слое, которая в будущем может быть применена в промышленности.

Основные результаты работы опубликованы в 20 печатных работах, из них 14 – тезисы докладов российских и международных конференций, 6 – статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК.

Список основных печатных работ:

1. Бибииков С.Б. Особенности и применение ионисторов в электротехнике / С.Б. Бибииков, А.А. Мальцев, Б.В. Кошелев и др. // Практическая силовая электроника. – 2016. – Т. 3 (63). – С. 44 – 55.
2. Бибииков С.Б. Перспективные накопители энергии типа суперконденсаторов: принципы работы и применение в авиации и космической технике. /С.Б. Бибииков, А.А. Мальцев, Б.В. Кошелев и др. // Вестник МАИ. – 2016. – Т. 23. – Вып. 2. – С. 185 – 194.
3. Maltsev A.A. An improved adsorption method for the characterization of water-based supercapacitor electrodes / A.A. Maltsev, S.B. Bibikov, V.N. Kalinichenko // Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics. 2016. – Vol. 7. – No. 1. – P. 175–179.
4. Мальцев А.А. Определение удельной поверхности углеродных электродных материалов для электродов суперконденсаторов методом адсорбции красителя Метиленового синего /Мальцев А.А., С.Б. Бибииков, В.Н. Калиниченко и др. // Журнал физической химии. – 2018. – Т. 92. – Вып. 4. – С. 645–650.
5. Варфоломеев С.Д. Высокопотенциальные электролиты для суперконденсаторов. Полиаспартат лития. / С.Д. Варфоломеев, В.М. Гольдберг, С.Б. Бибииков и др. // Доклады Академии наук, Физическая химия. – 2017. –Т. 475. Вып. 6. – С.652–654.
6. Варфоломеев С.Д. Катодные материалы для гибридных суперконденсаторов на основе озонированной восстановленной окиси графена / С.Д. Варфоломеев, В.Н. Калиниченко, С.П. Червонобродов и др. // Доклады Академии наук. Физическая химия. – 2018. Т. 478. Вып. 5. – С.539–542.
7. Мальцев А.А. Измерение поверхности микропористых углеродных материалов для суперконденсаторов методом адсорбции Метиленового голубого. / А.А. Мальцев, С.Б. Бибииков // Сборник тезисов XIV Ежегодной молодежной конференции «ИБХФ РАН – ВУЗы». – С. 269 – 272.
8. Мальцев А.А. Новые композиционные материалы на основе сверхсшитого полистирола и восстановленного оксида графита в качестве электродов суперконденсаторов / А.А. Мальцев, С.Б. Бибииков, М.П. Цюрупа и др. // Сборник тезисов XV Ежегодной молодежной конференции «ИБХФ РАН – ВУЗы». – 2016. – С. 90 – 94.

Диссертация «Поверхностно модифицированные, мезопористые и наноструктурированные углеродные материалы для электрохимических накопителей энергии», выполненная Мальцевым Александром Андреевичем, удовлетворяет требованиям, установленным пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» ВАК Минобрнауки (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г., с изменениями Постановления Правительства РФ от 21 апреля 2016 г. №335 в редакции Постановления Правительства РФ от 2 августа 2016 г. №748), предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация не содержит заимствованных материалов и результатов без ссылок на авторов и источники заимствования. В диссертации даны ссылки на результаты работ, выполненных Мальцевым А.А. в соавторстве с Бибиковым С.Б., Варфоломеевым С.Д., Калиниченко В.Н., Гольдбергом В.М., Подмастерьевым В.В. и др.

На основании вышеизложенного комиссия рекомендует Диссертационному совету Д 002.039.01 принять к защите диссертационную работу Мальцева А.А. «Поверхностно модифицированные, мезопористые и наноструктурированные углеродные материалы для электрохимических накопителей энергии» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Комиссия рекомендует утвердить в качестве официальных оппонентов:

доктора химических наук, профессора **Колосницына Владимира Сергеевича**, заведующего лабораторией электрохимии Уфимского института химии (УФИХ РАН) Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук;

кандидата химических наук **Рычагова Алексея Юрьевича**, старшего научного сотрудника лаборатории процессов в химических источниках тока Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук (ИФХЭ РАН);

в качестве ведущей организации предлагается Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН.

Председатель комиссии:

д.х.н., проф.



Кузьмин В.А.

Члены комиссии:

д.х.н.



Некипелова Т.Д.

д.х.н.



Татиколов А.С.