

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Табарова Фарруха Саадиевича «Получение и свойства волокнистых углеродных материалов для электродов суперконденсаторов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (металлургия).

Актуальность работы.

Поставленная и решаемая в работе Табарова Ф.С. проблема – получение перспективных углеродсодержащих материалов для суперконденсаторов, изучение закономерностей формирования их пористой структуры и оптимизация эксплуатационных характеристик электродных материалов на их основе, анализ электрохимических параметров ячеек суперконденсаторов на их основе с использованием органических электролитов – **актуальна с научной и практической точки зрения.** В настоящее время для создания электродов суперконденсаторов с повышенной энергоемкостью и мощностью активно применяют углеродсодержащие материалы с развитой поверхностью: активные угли, углеродные волокна, нанотрубки, графены и композиты на их основе. При этом важным направлением для их получения является использование недорогого сырья отечественного происхождения. Поэтому рассматриваемые автором проблемы получения новых углеродных материалов с микро-мезопористой структурой, включая материалы на основе из растительного сырья, и их использования в качестве электродного материала в суперконденсаторе для повышения скорости передачи электрической энергии ячейки, являются перспективными и актуальными.

Научная значимость диссертационной работы Табарова Ф.С. заключается в изучении влияния особенностей получения микро- и мезопористых углеродсодержащих материалов, включая различные режимы активирования, взаимосвязи пористой структуры материалов и удельных мощностных характеристик и важных электрохимических параметров суперконденсаторов, в которых применялись данные материалы в качестве электродных материалов и электропроводящих добавок в материал электродов.

Диссертационная работа Табарова Ф.С. имеет заметное практическое значение. **Практическая значимость** работы заключается в том, что автором предложена новая методика обработки и активации углеродного волокна. Применение методики позволяет увеличить электрическую емкость на 30 %.

Анализ адсорбционных свойств, пористой структуры активированных углеродных материалов и электрохимических характеристик электродов на их основе проведен с применением современных методов исследований: электронной микроскопии, спектрометрии, дифференциальной сканирующей калориметрии, программируемый метод определения низкотемпературной адсорбции азота и т.д.

В главе 4 автореферата «Обсуждение результатов» автором приведены физико-химические и электрохимические свойства электродов, полученных на основе углеродных волокон из вискозной ровницы; характеристики пористой структуры углеродного материала, полученного из растительного сырья (Heracleum) и электрохимические свойства электродов ячеек на его основе; рассмотрены вопросы применения углеродных нановолокон для создания электродов суперконденсаторов.

Предложенные автором методы карбонизации и активации углеродного растительного сырья и углеродных нановолокон позволили существенно развить пористую структуру материалов. Наибольший эффект достигнут автором для углеродного нановолокна, активируемого при температурах в интервале от 700 до 800°C, что позволило существенно увеличить удельную поверхность (в 3 раза) с 198 до 586 м²/г и объем пор образцов. Применение этих образцов в качестве электропроводящего компонента при получения электродов для суперконденсаторов позволило снизить внутреннее сопротивления электродов в 3 раза.

Личный вклад автора в выполненную работу подтверждается опубликованными работами в журналах из рекомендованного ВАК списка и работами, представленными на научных конференциях.

По работе можно сделать следующие замечания и пожелания:

1. В автореферате присутствует ряд стилистических небрежностей и неточностей формулировок. Так, на стр. 3 неудачно сформулирован абзац «Впервые, получен углеродный материал с микро-мезопористой структурой из травянистого растительного сырья - борщевика, **что использование** его в качестве электродного материала ...»; на стр. 7 «от ряда **параметров**, таких как **структура пор** и ...»; там же говорится о примененных модификациях материалов, далее в работе описываются лишь методы карбонизации и активации; стр.14 использован термин «удельные значения площади поверхности образцов углеродных материалов по массе». Согласно принятой терминологии IUPAC «удельная поверхность».

2. Стр. 20 Рисунок 13 а по оси ординат приведены неверные значения объема пор, выраженные в $\text{см}^3/\text{г}$. Эти значения должны по порядку величин соответствовать тем, что приведенным в таблице 7.
3. Выводы, стр. 27.

Положение «Полученные углеродные материалы из растительного сырья в зависимости от метода карбонизации и активации имеют разное распределение пор и величины удельной поверхности и объема в материале» тривиален и не отражает выявленные особенности формирования пористой структуры.

Положение «Активация щелочью приводит к возрастанию количества мезопор (от 27 до 66%) в материале» некорректно, так как эта величина показывает лишь долю мезопор.

Все сделанные замечания не являются принципиальными.

Диссертационная работа «**Получение и свойства волокнистых углеродных материалов для электродов суперконденсаторов**», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете "МИСиС".

Соискателю Табарову Фарруху Саадиевичу заслуживает присуждение степени кандидата технических наук по специальности **05.16.09 – материаловедение (металлургия)**.

Заведующая лабораторией
синтеза и исследования сорбентов
ИФХЭ РАН им. А.Н. Фрумкина,
кандидат химических наук



Петухова Галина Анатольевна

Подпись канд. хим. наук Петуховой Г.А. заверяю
Ученый секретарь ИФХ РАН им. А.Н. Фрумкина,

канд. хим. наук

Варшавская И.Г.

