

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Волкова Алексея Игоревича на тему: «Электродные материалы на основе дисульфида молибдена для электрохимических источников энергии», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 1.4.6. Электрохимия.

Актуальность выбранной темы обусловлена важностью решения как практических задач по разработке новых электродных материалов для электрохимических источников тока, так и потребностью развития фундаментальных знаний в области электрохимических систем с участием дисульфида молибдена как компонента энергозапасающих материалов для литий-ионных аккумуляторов и суперконденсаторов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Научные положения, вынесенные на защиту, промежуточные и основные выводы и рекомендации в диссертационной работе Волкова А.И. аргументированы и логически обоснованы. Достаточно ясно сформулирована цель работы, для достижения которой соискателю было необходимо обосновать выбор тех или иных решений задач по установлению рабочих условий получения композитов с включением в их состав проводящего органического полимера (PEDOT) и распределением активного компонента MoS₂ в проводящей матрице со смешанной электронно-ионной проводимостью; совместное использование активного материала с углеродными графеноподобными компонентами; исследовать роли фактора наноструктурирования и морфологии активного материала.

Степень достоверности и апробация научных результатов

Достоверность результатов и выводов в диссертационной работе Волкова А.И. сомнений не вызывает. Они базируются на многообразии использованных современных технических средств измерений и критическом анализе полученных результатов и подтверждается применением комплекса современных физических методов исследования, включающих электрохимические методы (циклическая вольтамперометрия, спектроскопия электрохимического импеданса), СЭМ, и произведенных на современном сертифицированном оборудовании.

Надежность и достоверность представленных результатов и выводов определяется как использованием современных прецизионных методов и средств измерения, так и согласованностью полученных экспериментальных данных и корреляциями с данными литературы. Публикации результатов представлены в 3 научных статьях в международных рецензируемых журналах, реферируемых в базах данных РИНЦ, Web of Science и Scopus и 5 докладах на российских и международных конференциях.

Научная новизна выполненной работы заключается в получении новых по составу и морфологии электродных материалов на основе дисульфида молибдена и в исследовании их функциональных свойств в сравнении с традиционными составами материалов, установление взаимосвязи между способами получения и функциональными свойствами материалов.

Новизну представляет также проведение сравнительного исследования функциональных свойств материалов литий-ионных аккумуляторов при применении разных по природе связующих компонентов в различных соотношениях с проводящей добавкой. Используемые подходы направлены на создание химической среды, обеспечивающей эффективное извлечение емкости и препятствующей распаду сложной структуры материалов на основе MoS₂ в ходе многократной перезарядки за счёт химических взаимодействий функциональных групп во вводимых компонентах с ионами лития и серой, а также благодаря механическому и адсорбционному удерживанию полисульфидов. Таким образом, для улучшения функциональных свойств материалов на основе MoS₂ предложено использовать способы получения композитных материалов с проводящим полимером, который может обеспечить сочетание более плотного электрического контакта между компонентами электродного материала при его конверсии и эффекта удерживания серосодержащих компонентов. В традиционном составе с коммерческим связующим PVDF такие факторы улучшения внутреннего электрического контакта и взаимодействия с электролитом отсутствуют.

Практическая новизна результатов заключается в предложенном способе темплатного синтеза электродных материалов на основе дисульфида молибдена и проводящего полимера PEDOT с контролируемыми за счёт выбора электрохимического режима и проводящей подложки структурно-морфологическими характеристиками активного материала. Показана эффективность метода темплатного синтеза для получения электродного материала для суперконденсаторов с улучшенными функциональными свойствами. Создан макет гибридного суперконденсатора с электродами на основе композита PEDOT/MoS₂ и углеродной ткани Kynol, который показал величины удельной емкости до 908 мФ/см² при токе 1 мА/см² и сохранял 71% значения исходной ёмкости за 350 циклов перезарядки при токе 5 мА/см². Полученные функциональные характеристики макета по удельной емкости и её стабильности оказались превосходящими многие аналогичные образцы ранее полученных материалов на основе MoS₂ с проводящими полимерами.

Вопросы, замечания и спорные моменты обсуждаемой работы.

Работа хорошо оформлена и у меня, как члена диссертационного совета, не возникло технических замечаний за исключением незначительного количества опечаток.

Замечания терминологического характера. В диссертации используется термин «плотность тока» с размерностью мА/г. Видимо имеется в виду «гравиметрическая плотность тока», поскольку «плотность тока», используемая в гальванотехнике имеет размерность А/м². То же самое замечание относится к термину «удельная емкость». Вероятно, имеется в виду «удельная гравиметрическая емкость».

Автор использует для измерений прижимную ячейку, которая обычно характеризуется некоторой величиной переходного сопротивления, не являющейся постоянной величиной и изменяющейся от измерения к измерению. Эту величину следует учитывать при измерениях. Однако в диссертации нигде не упоминается о величине переходного сопротивления.

В ряде случаев не обосновывается выбор экспериментальных параметров, например, чем обоснован выбор диапазона скоростей развертки напряжения в ЦВА, толщина слоя электродного материала. Кроме того, на стр. 51-52 выбран диапазон частот от 20 кГц до 10 мГц, а на стр. 73 обсуждаются результаты, полученные в низкочастотной области от единиц герц до 0,01 Гц.

Все сделанные замечания не умаляют значимости полученных результатов, Поэтому, считаю, что диссертация Волкова Алексея Игоревича на тему: «Электродные материалы на основе дисульфида молибдена для электрохимических источников энергии» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Волков Алексей Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 1.4.6. Электрохимия. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не установлены.

Член диссертационного совета

доктор химических наук, старший научный сотрудник, профессор с возложением обязанностей заведующего Кафедрой аналитической химии Института химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Ермаков Сергей Сергеевич

 1.06.2023

Контактные данные:

Телефон +7(921)4244084. Электронная почта s.ermakov@spbu.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 02.00.02 – Аналитическая химия.

Адрес места работы: 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9

Рабочий телефон – (812)-428-40-89. Электронная почта s.ermakov@spbu.ru