

Отзыв научного руководителя
на диссертационную работу Каменского Михаила Александровича
на соискание ученой степени кандидата химических наук
по научной специальности 1.4.6. Электрохимия

**«ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАТОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ
ОКСИДОВ МАРГАНЦА ДЛЯ ВОДНЫХ ЦИНК-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ»**

Общая характеристика соискателя

Каменский Михаил Александрович, в 2020 году с отличием окончил магистратуру СПбГУ на кафедре электрохимии и по общим критериям своих учебных и научных достижений прошёл отбор на встречу с нобелевскими лауреатами в Линдау (Германия). В течение 4 лет аспирантуры соискатель занимался разработкой нового направления исследований на кафедре электрохимии СПбГУ, а именно материалами для цинк-ионных аккумуляторов и изучением механизма транспорта заряда.

За время обучения и работы в аспирантуре проявил себя как ответственный, целеустремлённый, настойчивый, способный чётко формулировать цель и задачи исследования, а также достигать их. Полученные соискателем практические и теоретические результаты позволяют сделать вывод о высокой квалификации автора, способного разбираться с новыми системами и их особенностями, грамотно обрабатывать и интерпретировать полученные результаты.

Актуальность темы диссертации, теоретическая и практическая значимость результатов исследования

При стремительном росте спроса на аккумуляторы и расширении областей и масштаба их применения в электрических транспортных средствах, стационарных накопителях энергии и других приложениях возрастают требования к их безопасности, стоимости, доступности и экологичности при сохранении конкурентоспособных функциональных характеристик. Разработки материалов для безопасных химических источников тока являются в настоящее время наиболее востребованным направлением электрохимических исследований, в частности разработки катодных материалов для водных цинк-ионных аккумуляторов (ЦИА) заметно активизировались в последнее десятилетие во всём мире, что подтверждается резким ростом публикаций, публикуется более 1000 статей в год.

В Российской Федерации данное направление исследований является новым. Оксид марганца – один из первых перспективных катодных материалов подходящий для транспорта гидратированного иона цинка. Обладает такими свойствами, как высокое напряжение и высокая удельная ёмкость, а также он экологичный и недорогой.

Диссертационная работа Каменского М. А. посвящена изучению электрохимических свойств композитных материалов на основе оксида марганца и проводящего полимера поли-3,4-этилендиокситиофена для использования в водных ЦИА, а также изучению механизма транспорта заряда в данных системах. Проведен анализ существующих гипотез о механизме протекания электрохимической реакции в MnO_2 в цинк-содержащих электролитах, в сочетании с полученными экспериментально в данной работе результатами, обобщены основные концепции для описания механизма транспорта заряда. Предложена новая гипотеза для объяснения механизма электрохимических процессов, протекающих в $Zn//MnO_2$ системе в растворах на основе сульфатов цинка и марганца. В

ходе катодного процесса происходят две параллельные реакции: со-интеркаляция ионов Zn^{2+} и H^+ и диссоциация молекулы воды в составе гидратной оболочки катиона $[Zn(H_2O)_6]^{2+}$.

Среди полученных композитных материалов выделен MnO_2 со структурой бирнессита для практического применения является материал с низкой степенью кристалличности, поверхность которого модифицирована проводящим полимером поли(3,4-этилендиокситиофен): полистиролсульфонатом. В ходе 100 циклов при плотности тока $0.3 \text{ A}\cdot\text{г}^{-1}$ наблюдалось сохранение 99% от максимальной емкости ($278 \text{ mAч}\cdot\text{г}^{-1}$), также достигнуты наиболее высокие значения удельной емкости при высоких плотностях тока разряда ($133 \text{ mAч}\cdot\text{г}^{-1}$ при плотности тока $2.0 \text{ A}\cdot\text{г}^{-1}$).

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 7 научных конференциях и были опубликованы в 4 научных журналах, индексируемых в наукометрических базах Scopus, Web of Science и РИНЦ.

Личный вклад соискателя в полученные результаты

Диссертация Каменского М.А. является завершённым научным самостоятельным исследованием, выполненным на высоком научном и методическом уровне. Автором лично был проведён анализ литературы, о чём свидетельствуют его обзорные статьи для катодных материалов ЦИА (оксидов марганца и ванадия).

Автором лично получены все экспериментальные данные с использованием электрохимических методов, выполнены их обработка, интерпретация, анализ, а также подготовка результатов к опубликованию в научных журналах и представлению на конференциях. Для характеристики свойств электродных материалов до и после тестов в цинк- и марганецсодержащих электролитах материалы были им подготовлены, результаты самостоятельно обработаны после проведения анализов в ресурсных центрах научного парка СПбГУ.

Общее заключение

Личностные качества соискателя, его компетенции в предметной области исследования, объём его работы с литературными источниками, теоретическая и практическая значимость диссертации, личный вклад автора в полученные результаты позволяют считать Каменского Михаила Александровича, достойным присуждения учёной степени кандидата химических наук.

Научный руководитель
кандидат химических наук,
доцент кафедры электрохимии СПбГУ

Елисеева С.Н.

06.12.2024



06.12.2024

