



СБОРНИК ТРУДОВ

VI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

elchem-spb.ru

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

22-25 мая
2023



ГЕНЕРАЛЬНЫЕ
СПОНСОРЫ



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

VI Международная научно-практическая конференция
**ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СОВРЕМЕННЫХ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

Санкт-Петербург
2023

*Сборник тезисов докладов V Международной научно-практической конференции
«Теория и практика современных электрохимических производств»
(22-25 мая 2023 г.) – СПб.: 2023.*

Редакционная коллегия:

д-р хим. наук, профессор В.Н. Нараев
канд. технических наук, доцент Д.В. Агафонов
канд. химических наук, доцент Е.С. Печенкина
А.Р. Кузнецова
Л.С. Полякова

В сборнике опубликованы тезисы докладов участников VI Международной научно-практической конференции «Теория и практика современных электрохимических производств» (22-25 мая 2023 г., г. Санкт-Петербург)

Материалы публикуются в авторской редакции
Ответственный редактор: Д.В. Агафонов

2. Q. Dong, X. Yao, J. Luo, X. Zhang, H. Hwang, D. Wang, Enabling rechargeable non-aqueous Mg–O₂ battery operations with dual redox mediators, Chem Commun. 52 (2016) 13753–13756.

**ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАТОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ
ВОДНЫХ ЦИНК-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ V₂O₅
КАТОДОВ, ДОПИРОВАННЫХ КАТИОНАМИ МЕТАЛЛОВ**

**М.А. Каменский, Ф.С. Волков, А.И. Волков, Е.Г. Толстопятова, С.Н. Елисеева,
В.В. Кондратьев**

Институт химии, Санкт-Петербургский государственный университет,
Университетская наб., д. 7–9, Санкт-Петербург, 199034
kamenskiim689@gmail.com

Среди различных пост-литиевых источников тока, активно исследуемых в настоящее время рядом научных групп, интерес представляют водные цинк-ионные аккумуляторы (ЦИА), которые обладают рядом преимуществ: возможность использовать водные электролиты, доступность активных компонентов, высокая удельная емкость металлического цинкового анода (820 мАч·г⁻¹). Несмотря на низкое напряжение их рассматривают как возможные безопасные и экономичные накопители электроэнергии.

Наиболее привлекательными катодными материалами для водных ЦИА с точки зрения достижения максимальной емкости являются оксиды ванадия, в частности, оксид ванадия V₂O₅ (теоретическая емкость 589 мАч·г⁻¹ для перехода V⁺⁵ – V⁺³). Кроме того, оксид ванадия (V) обладает слоистой структурой, в которой слои стабилизируются посредством слабых сил Ван-дер-Ваальса и постепенно разрушаются при многократной инъекции ионов Zn²⁺. Кроме того, для V₂O₅ также наблюдается постепенное растворение оксида в электролите, что приводит к неудовлетворительным характеристикам материалов при продолжительном циклировании [1].

Среди стратегий по улучшению катодных материалов на основе оксида ванадия большую популярность приобрело допирование оксида ионами чужеродных гетеровалентных ионов металлов, чему посвящено большое количество работ [2]. Эта стратегия основана на особенности слоистых структур оксидов ванадия увеличивать межслоевые расстояния «материала-хозяина» за счет его допирования ионами чужеродных металлов или/и молекулами органических веществ при синтезе. При этом, как правило, целостность кристаллической структуры слоистого оксида сохраняется, и происходит лишь обратимое увеличение линейных размеров кристалла в направлении, перпендикулярном плоскости слоев. Добавление чужеродных ионов, вызывает деформации в кристаллической решетке исходного оксида, «встраивание» катиона-допанта в межслоевые расстояния, за счет чего происходит увеличение межслоевых расстояний на несколько ангстремов. Кроме того, образование более прочных связей между ионом-допантом и кислородом структуры позволяет стабилизировать структуру оксида, заметно уменьшая его растворение в электролите и улучшая циклируемость в различных режимах.

В данной работе нами были исследованы ряд оксидов ванадия, допированных катионами с разным зарядом (Na⁺, Co²⁺, Al³⁺) и сопоставлены их электрохимические свойства. Все материалы были получены гидротермальным методом из растворов, содержащих растворенный оксид ванадия и примесь соответствующего иона.

Полученные порошки были охарактеризованы методами рентгеновской дифракции, сканирующей электронной микроскопии.

Электрохимические свойства катодных материалов были исследованы в макетах водных цинк-ионных аккумуляторов против металлического цинка в водном растворе 3 М ZnSO₄ методами гальваностатического заряд/разряда и циклической вольтамперометрии. Было установлено, что вне зависимости от катиона-допанта отсутствует период «электрохимической активации» катодного материала, наблюдаемый для немодифицированного V₂O₅. Наибольшая величина удельной емкости при низкой плотности тока (0.3 А·г⁻¹) наблюдается для Na_xV₂O₅ (≈ 400 мАч·г⁻¹), в то время как для допированных алюминием и кобальтом материалов емкости составили 350 и 300 мАч·г⁻¹, соответственно. Напротив, наивысшая циклическая стабильность наблюдалась для Al_xV₂O₅ (≈ 90% при токе 1 А·г⁻¹), в то время как для материалов, допированных натрием и кобальтом, наблюдалось резкое падение емкости на первых циклах на 15 – 20% с последующей стабилизацией. Подобные зависимости могут быть обусловлены следующими эффектами: прочными связями Al–O, которые стабилизируют материал и ингибируют его растворение, в то время как присутствие иона натрия в межслоевом пространстве облегчает диффузию ионов Zn²⁺.

Авторы выражают благодарности ресурсным центрам «Рентгенодифракционные методы исследования», «Нанотехнологии», и «Физические методы исследования поверхности» Научного парка СПбГУ.

1. V. Mathew, B. Sambandam, S. Kim, S. Kim, S. Park, S. Lee, M.H. Alfaruqi, V. Soundharrajan, S. Islam, D.Y. Putro, J.-Y. Hwang, Y.-K. Sun, J. Kim, Manganese and Vanadium Oxide Cathodes for Aqueous Rechargeable Zinc-Ion Batteries: A Focused View on Performance, Mechanism, and Developments, ACS Energy Lett., vol. 5, 2020, pp. 2376–2400.
2. X. Chen, H. Zhang, J.-H. Liu, Y. Gao, X. Cao, C. Zhan, Y. Wang, S. Wang, S.-L. Chou, S.-X. Dou, D. Cao, Vanadium-based cathodes for aqueous zinc-ion batteries: Mechanism, design strategies and challenges, Energy Storage Mater., vol. 50, 2022, pp. 21–46.

ПРОТОЧНЫЕ БАТАРЕИ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ РЕДОКС-СИСТЕМ ДЛЯ КРУПНОМАСШТАБНОГО НАКОПЛЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

И. А. Казаринов¹, Д. Е. Воронков¹, В. В. Олискевич², А. Ю. Абрамов²

¹ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского»
410012, Россия, Саратов, ул. Астраханская, 83

²ООО «Научно-исследовательский институт технологий органической, неорганической химии и биотехнологий»
410005, Россия, Саратов, ул. Б. Садовая, 239
e-mail: kazarinovia@mail.ru

Замена энергии ископаемого топлива возобновляемыми источниками энергии в настоящее время увеличивается, поскольку стоимость энергии солнца и ветра быстро снижается [1]. Однако, их широкому распространению мешает внутренняя прерывистость возобновляемых источников энергии. Безопасное, недорогое, эффективное и масштабируемое хранилище энергии может решить эту проблему.



ISBN 978-5-905240-92-8



9 785905 240928