**Исследования электрохимических реакций, протекающих в ходе заряд/разряда в водных Zn//MnO2 аккумуляторах**

***Каменский М.А.***

*Аспирант, 3 год обучения*

*1Санкт-Петербургский государственный университет,*

*Институт химии, Санкт-Петербург, Россия*

*E-mail:* [*kamenskiim689@gmail.com*](mailto:kamenskiim689@gmail.com)

Водные цинк-ионные аккумуляторы в настоящее время представляют интерес для дальнейшего индустриального их применения в сфере стационарных источников для хранения энергии за счет высокой гравиметрической и объемной емкости цинкового анода, широкой распространенности природных ресурсов, возможности использования водных электролитов и низкой стоимости. Перспективными представляются катодные материалы на основе нетоксичного оксида марганца ввиду высокого потенциала окисления среди других катодных материалов, низкой стоимости и простоты синтеза. Тем не менее, образующийся в ходе редокс-перехода ион Mn3+ склонен к диспропорционированию в растворах электролитов ввиду искаженной геометрии, что ведет к постепенному растворению катодного материала в ходе циклирования. Эффективным методом борьбы и способом стабилизации катода является добавление в раствор электролита соли марганца (II) с соответствующим противоионом (в частности, широко используются растворы на основе ZnSO4 и MnSO4) [1].

Как следствие, в водном растворе электролита присутствует три сорта катионов, способных к химическим или электрохимическим превращениям с участием MnO2: Zn2+, Mn2+ и H+. Ввиду подобного разнообразия, вопрос о механизме катодной реакции до сих пор остается дискуссионным. В настоящее время выделяют до четырех вариантов возможного описания механизмов: обратимая интеркаляция ионов Zn2+ или H+ по отдельности [2], совместная интеркаляция Zn2+ и H+ [3], обратимое осаждение/растворение MnO2 в ходе заряд/разряда [4].

В докладе будут освещены основные предлагаемые в литературе варианты механизма катодных материалов на основе MnO2, показаны основные методы изучения механизма реакций заряда/разряда, а также представлены результаты по исследованиям электрохимического отклика ячейки на основе MnO2 в отсутствие цинковых электродов в трех типах электролитов: водные растворы 0.1 M MnSO4, 2 M ZnSO4 и 2 M ZnSO4 / 0.1 M MnSO4, установлено изменение pH растворов электролитов в ходе окисления/восстановления.

**Литература**

1. Qiu, C.; Zhu, X.; Xue, L.; Ni, M.; Zhao, Y.; Liu, B.; Xia, H. The Function of Mn2+ Additive in Aqueous Electrolyte for Zn/δ-MnO2 Battery // Electrochim. Acta. 2020. Vol. 351. P.136445.

2. Pan, H.; Shao, Y.; Yan, P.; Cheng, Y.; Han, K.S.; Nie, Z.; Wang, C.; Yang, J.; Li, X.; Bhattacharya, P.; et al. Reversible Aqueous Zinc/Manganese Oxide Energy Storage from Conversion Reactions // Nat. Energy. 2016. Vol. 1. P. 1–7.

3. Sun, W.; Wang, F.; Hou, S.; Yang, C.; Fan, X.; Ma, Z.; Gao, T.; Han, F.; Hu, R.; Zhu, M.; et al. Zn/MnO2 Battery Chemistry with H+ and Zn2+ Coinsertion // J. Am. Chem. Soc. 2017. Vol. 139. P. 9775–9778.

4. Guo, X.; Zhou, J.; Bai, C.; Li, X.; Fang, G.; Liang, S. Zn/MnO2 Battery Chemistry with Dissolution-Deposition Mechanism // Mater. Today Energy. 2020. Vol. 16. P. 100396.