**Углеродные анодные материалы для гибридных натрий-ионных/натрий металлических аккумуляторов**

***Перминова О.И.1, Бобылёва З.В.2***

*Студент, 3 курс бакалавриата*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*2Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: lesya.perminova@list.ru*

В настоящее время активно развивается технология натрий-ионных аккумуляторов (НИА), которые могут стать выгодной альтернативой литий-ионным аккумуляторам (ЛИА) благодаря низкой себестоимости, обусловленной доступностью натрия. В качестве анодного материала для НИА применяют неграфитизируемый углерод, который отличается высокой удельной ёмкостью, хорошей кулоновской эффективностью и простотой синтеза из доступных прекурсоров. Неграфитизируемый углерод можно использовать и для гибридных натрий-ионных/натрий металлических аккумуляторов [1] для повышения энергоемкости системы, однако важной проблемой в разработке гибридной технологии является недостаточная обратимость осаждения металлического натрия, что ухудшает сохранение емкости [2].

В данной работе исследуются различные углеродные материалы для определения таких электрохимических характеристик, как емкость, кулоновская эффективность и циклируемость в гибридной натрий-ионной/натрий-металлической системе. Из выбранных углеродных материалов были изготовлены электроды и собраны электрохимические ячейки, которые циклировали при плотностях тока от 25 мА/г до 250 мА/г. Для более детального изучения морфологии электродов и осажденного натрия применялась растровая электронная микроскопия (РЭМ). Были проведены электрохимические исследования с прикладыванием различного давления на электроды внутри ячейки от 195,2 до 585,8 КПа (от 25 до 75 кг).

Установлено, что механизм электрохимического осаждения натрия зависит от типа углеродного материала, используемого в качестве электрода. В частности, неграфитизируемый углерод, полученный из лигнина, продемонстрировал кулоновскую эффективность на первом цикле 83,12%, а неграфитизируемый углерод из глюкозы показал одно из самых высоких значений согласно литературным данным – 90,3%.

*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 24-23-20052.*

**Литература**

1. Shpalter Denis, et al. Journal of Power Sources 624 (2024): 235547.

2. Grayson Deysher, et al. Nature Energy 9 (2024) 1161-1172.