**Влияние состава электролита на циклируемость натрий-ионных электрохимических ячеек**

***Сафиуллина А.Р. 1,2, 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: alls25.11.03@gmail.com*

Натрий-ионные аккумуляторы являются многообещающей альтернативой литий-ионным. Разработка натрий-ионных аккумуляторов требует поиска подходящих катодных и анодных материалов, а также электролитов [1]. Электролит является ключевым компонентом, используемым для переноса заряда между анодом и катодом. Большое внимание уделяется поиску наиболее подходящей рецептуры при приготовлении электролита, чтобы улучшить и электрохимические характеристики аккумулятора, и аспекты безопасности. Основными требованиями к электролитам являются высокая ионная проводимость, низкая стоимость, химическая и термическая стабильность. Целью исследования является изучение электролитных систем, отвечающих этим условиям. Исследования проводились в полных ячейках, поскольку данная модель близка к прототипам аккумуляторов. Помимо влияния электролита на электрохимические свойства системы, было изучено влияние таких параметров, как морфологии анодного материала, состав катодного материала и массовое соотношение катодного и анодного материалов [2].

В ходе работы были приготовлены электролиты с органическими карбонатами в качестве растворителей и различными концентрациями соли NaPF6. В качестве анодных материалов мы использовали неграфитизируемый углерод, а в качестве катодного материала – Na3V2(PO4)3. Полные ячейки исследовали методом гальваностатического зарядно-разрядного циклирования и определяли разрядную емкость, кулоновскую эффективность и стабильность циклирования. Электролиты исследовали также методами циклической вольтамперометрии и спектроскопии комбинационного рассеяния.

Показано, что морфология неграфитизируемого углерода влияет на емкость и циклируемость полной ячейки. Полная ячейка отличалась более высокой емкостью в случае использования монолитоподобного неграфитизируемого углерода [3]. Однако, в случае с углеродным материалом с микросферической морфологией, можно отметить лучшую циклируемость полной ячейки. Полная ячейка, состоящая из монолитоподобного неграфитизируемого углерода в качестве анодного материала и Na3V2(PO4)3 в качестве катодного, и электролита на основе 1M NaPF6 в EC:DEC (1:1), продемонстрировала разрядную емкость 60 мАч/г на 1000-м цикле. Показано, что электролиты на основе 1М NaPF6 в двухкомпонентной (EC:DEC 1:1) и трехкомпонентной системе растворителей (EC:PC:DEC 1:1:2) подходят для длительного циклирования полных ячеек и прототипов натрий-ионных аккумуляторов.

**Литература**

1. Lu Y. et al. Electrolyte and interface engineering for solid-state sodium batteries //Joule. – 2018. – Т. 2. – №. 9. – С. 1747-1770.

2. Hirsh H. S. et al. Role of electrolyte in stabilizing hard carbon as an anode for rechargeable sodium-ion batteries with long cycle life //Energy Storage Materials. – 2021. – Т. 42. – С. 78-87.

3. Bobyleva Z. V. et al. Caramelization as a Key Stage for the Preparation of Monolithic Hard Carbon with Advanced Performance in Sodium-Ion Batteries //ACS Applied Energy Materials. – 2022. – Т. 6. – №. 1. – С. 181-190.