**Синтез и изучение электрохимических свойств катодного материала на основе LiNi0.5Mn1.5O4 для литий-ионных аккумуляторов**

***Попов А.Ю. 1,Елисеева С.Н.1***

*Студент, 3 курс бакалавриата*

*1Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии,*

*Санкт-Петербург, Россия*

*E–mail: ayysbeirg@yandex.ru*

Литий-ионные аккумуляторы (ЛИА) являются доминирующими накопителями энергии для портативных электронных устройств благодаря высокой плотности энергии и длительному сроку службы [1]. Однако ведутся активные работы по разработке материалов с более высокой удельной энергией, что можно получить за счёт увеличения емкости или повышения рабочего напряжения катодных материалов. В последнее десятилетие были предприняты активные усилия по поиску катодных материалов с улучшенной емкостью. Другая стратегия основана на возможности использования преимуществ высоковольтных шпинельных материалов [2,3].

Среди высоковольтных материалов LiNi0.5Mn1.5O4 (LNMO) является одним из наиболее перспективных кандидатов с высоким рабочим напряжением ≈ 4.7 В по отношению к Li/Li+ и теоретической емкостью 147 мА∙ч∙г−1 (что соответствует удельной энергии материала порядка 700 Вт∙ч∙кг−1). LNMO имеет электропроводность порядка  
10-5 – 10-6 См∙см−1 и быстрые трехмерные пути диффузии ионов Li в кубической решетке [4], что способствует к быстрому заряду.

Целью данной работы является изучение и сравнение электрохимических свойств катодных материалов на основе LiNi0.5Mn1.5O4, синтезированных разными методами, в макетах литий-ионных аккумуляторов, а также сравнение полученных свойств с коммерческим материалом.

Для получения LNMO были использованы три методики синтеза: метод соосаждения с последующим прокаливанием и два гидротермальных метода с последующим спеканием и прокаливанием при различных температурах. Синтезированные LNMO-материалы и коммерческий LiNi0.5Mn1.5O4 (99.9 %, КНР) были охарактеризованы методом рентгеновской дифракции и сканирующей электронной микроскопии (EDX). Образец LiNi0.5Mn1.5O4, полученный по одному из гидротермальных методов, был выбран для проведения электрохимических тестов. Были приготовлены электродные материалы. Электроактивный материал был смешан с углеродной сажей и связующим компонентом поливинилиденфторидом (PVDF), в массовом соотношении 80:10:10. Для электрохимических тестов в боксе с аргоновой атмосферой были собраны макеты литий-ионных аккумуляторов с электролитом – 1 M LiPF6 EC:DEC. Электрохимические тесты проводили методами циклической вольтамперометрии (ЦВА) в диапазоне потенциалов 3.0 – 5.1 В отн. Li/Li+ при скорости развертки 0.1 мВ∙с−1, а также методом гальваностатического заряд-разряда в диапазоне потенциалов 3.0 – 5.0 В при различных плотностях тока (0.1 – 5.0 С, ток 1 С = 147 мАч∙г−1).

**Литература**

1. Li M. et al. 30 Years of Lithium‐Ion Batteries // Advanced Materials. 2018. Vol. 30, № 33.

2. Li W., Song B., Manthiram A. High-voltage positive electrode materials for lithium-ion batteries // Chem Soc Rev. 2017. Vol. 46, № 10. P. 3006–3059.

3. Xu H. et al. Overcoming the Challenges of 5 V Spinel LiNi0.5Mn1.5O4 Cathodes with Solid Polymer Electrolytes // ACS Energy Lett. 2019. Vol. 4, № 12. P. 2871–2886.

4. Sun H. et al. Tailoring Disordered/Ordered Phases to Revisit the Degradation Mechanism of High‐Voltage LiNi0.5Mn1.5O4 Spinel Cathode Materials // Adv Funct Mater. 2022. Vol. 32, № 21.