СИНТЕЗ, АТТЕСТАЦИЯ И ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИТИЙ-НИКЕЛЬ-МАРГАНЦЕВОЙ ШПИНЕЛИ, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ ГОРЕНИЯ ИЗ РАСТВОРОВ

Ласкин Р.С.[1,2], *Ивлева А.А.*[2], *Бушкова О.В.*[2]
[1] Уральский федеральный университет
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19
[2] Институт химии твердого тела УрО РАН
620990, г. Екатеринбург, ул. Первомайская, д. 91

Литий-никель-марганцевая шпинель $LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O_4$ (LNMO) является перспективным материалом для литий-ионных аккумуляторов нового поколения, так как обладает большой удельной энергией (≈650 Вт·ч/кг) за счет высокого рабочего напряжения относительно Li^+/Li^0 (около 4.8 В). Для получения LNMO в данной работе был выбран метод горения из растворов (solution combustion synthesis - SCS), так как он позволяет быстро и энергоэффективно, используя простое лабораторное оборудование, получить однофазный материал с заданными параметрами. Полученный в работе LNMO синтезирован на основе нитратов лития и никеля, а также ацетата марганца, в качестве топлива использовали смесь глицина и лимонной кислоты с заранее экспериментально подобранным мольным соотношением. После синтеза горением из растворов порошок прекурсора гомогенизировали и подвергали термообработке при 700 °C в течение 5 ч. Способ получения LNMO защищен патентом РФ № 2 847 273.

Рентгенофазовый анализ полученного методом горения из растворов LNMO показал, что материал однофазен и принадлежит пространственной группе $Fd\bar{3}m$ с параметром элементарной ячейки a = 8.1646 Å. Энерго-дисперсионный анализ подтвердил равномерное распределение Mn и Ni в синтезированном образце. По результатам СЭМ частицы представляют собой агломераты с размером до 30 мкм.

На основе синтезированного LNMO была собрана серия катодных полуэлементов с металлическим литием. В качестве электролита выступал стандартный состав - 1 m $LiPF_6$ в EC/DMC (1:1 мас.) Гальваностатическое циклирование катодных полуэлементов $Li|Li^+|LNMO$ проводили в диапазоне напряжений 3.5–4.9 В при разных нормированных токах разряда (от 0.2C до 5C) с последующим длительным циклированием на токе 1C. Синтезированный LNMO продемонстрировал рабочее напряжение в области 4.7-4.8 В, начальную разрядную емкость порядка 120 мА·ч/г, а также сохранение 90% от начальной емкости спустя 200 циклов динамических испытаний. Таким образом, представленный метод синтеза методом горения из раствора позволяет получить однофазный LNMO с электрохимическими характеристиками, сопоставимыми с литературными.

1. Журавлев В.Д. Бушкова О.В., Кошкина А.А., Ярославцева Т.В., Урусова Н.В. Способ получения высоковольтного катодного материала для литий-ионных аккумуляторов / Патент РФ 2847273 (2025)

Работа выполнена в соответствии с Государственным заданием Института химии твердого тела УрО РАН (Рег. № НИОКТР 124020600047-4).