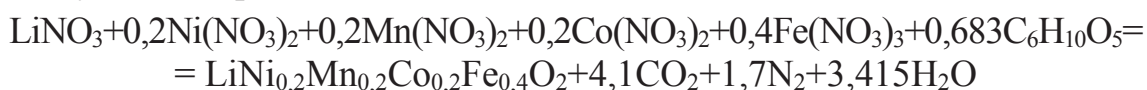


студ. А.В. Широкова, М.А. Курилович  
Науч. рук. асс. Е.К. Юхно, доц. А.И. Клындюк  
(кафедра физической, коллоидной и аналитической химии, БГТУ)

## СИНТЕЗ КАТОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ $\text{Li}(\text{Ni}, \text{Mn}, \text{Co}, \text{Fe})\text{O}_2$ МЕТОДОМ СЖИГАНИЯ ГЕЛЯ

В настоящее время в большинстве литий-ионных аккумуляторов, являющихся предпочтительными источниками тока для современных электронных устройств, положительный электрод часто изготавливают из  $\text{LiCoO}_2$ . Попытки частичного замещения кобальта на никель, марганец и железо связаны с поиском более дешевых и экологически безопасных материалов для литий-ионных аккумуляторов [1, 2]. При этом практическую значимость имеет поиск оптимального метода синтеза для получения однофазного соединения  $\text{Li}(\text{Ni}, \text{Mn}, \text{Co}, \text{Fe})\text{O}_2$ .

В настоящей работе синтез  $\text{LiNi}_{0,2}\text{Mn}_{0,2}\text{Co}_{0,2}\text{Fe}_{0,4}\text{O}_2$  проведен методом сжигания геля [1]. Взятые в стехиометрическом соотношении исходные реагенты  $\text{LiNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (5% избыток),  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  растворяли в дистиллированной воде при интенсивном перемешивании. Затем полученную смесь переносили в керамическую чашу, добавляли взятый с 10% избытком восстановитель  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$  (крахмал) и упаривали при 90 – 120°C в лабораторной электропечи до образования гелеподобной массы. Затем повышали температуру до 150°C, что приводило к волнообразному воспламенению полученной массы с выделением газообразных продуктов и образованием черных хлопьев. Уравнение протекающей при этом реакции можно представить следующим образом:



Далее перетертые в порошок хлопья черного цвета отжигали по 5 ч при 300, 500 и 800°C. Полученный порошок может быть использован как катодный материал Li-ионных аккумуляторов [2].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Синтез твердого раствора  $\text{Li}(\text{Ni}, \text{Mn}, \text{Co}, \text{Fe})\text{O}_2$  методом сжигания геля / Г.Д. Нипан [и др.] // Журн. неорг. химии. – 2019. – Т. 64, № 10. – С. 1111–1115.
2. Твердый раствор со структурой  $\alpha\text{-NaFeO}_2$  в системе  $\text{Li}_{1+y}\text{CoO}_2 - \text{Li}_{1+y}\text{MnO}_2 - \text{Li}_{1+y}\text{NiO}_2 - \text{Li}_{1+y}\text{FeO}_2$  / Г.Д. Нипан [и др.] // Журн. неорганич. хим. – 2020. – Т. 65. – № 4. – С. 534–541.