**Смешанные фосфаты натрия и переходных металлов как катодные материалы для натрий-ионных аккумуляторов**

***Ябланович А.,1 Захаркин М.В.2***

*Студент, 2 курс магистратуры*

*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:* *yablanovich.a@gmail.**com*

В последние годы увеличение количества используемой электроэнергии, а также увеличение доли энергии, вырабатываемой при помощи возобновляемых источников, влечет за собой повышение спроса на производство эффективных систем ее хранения. Одной из подобных систем являются натрий-ионные аккумуляторы (НИА), представляющие собой перспективную альтернативу широко используемым сегодня литий-ионным и свинец-кислотным аккумуляторам. На сегодняшний день ключевой задачей при коммерциализации НИА является разработка материалов, в частности катодных, позволяющих получать аккумуляторы с заданными электрохимическими характеристиками.

Одними из наиболее перспективных классов катодных материалов для НИА являются полианионные соединения, характеризующиеся более высокой стабильностью и более высокими значениями рабочего потенциала по сравнению со слоистыми оксидами и аналогами берлинской лазури. Среди подобных систем особый интерес привлекают смешанные фосфаты – соединения, содержащие в своей структуре фосфатные (PO43-) и пирофосфатные (P2O74-) группы. Интерес к данным соединениям вызван относительно высокими значениями рабочего потенциала, по сравнению с фосфатами [1].

Целью данной работы является получение и исследование электрохимических характеристик материалов на основе смешанных фосфатов состава Na4Fe3(PO4)2(P2O7), а также их производных, полученных замещением катиона железа на катион марганца.

Синтез исследуемых соединений проводили двумя методами: методом золь-гель, а также путем твердофазного синтеза. В результате были получены однофазные образцы на основе железа (Na4Fe3(PO4)2(P2O7)), а также, был получен ряд замещенных соединений состава Na4Fe3-xMnx(PO4)2(P2O7). Фазовый состав данных соединений был изучен методом порошковой рентгеновской дифракции. Было показано влияние длительности отжига, проведения предварительного отжига с последующим измельчением в шаровой мельнице, а также метода синтеза на фазовый состав и морфологию получаемых соединений. На основе синтезированных соединений были получены катодные материалы для натрий-ионных аккумуляторов, и изучены их электрохимические характеристики в ячейках с металлическим натриевым анодом в режиме гальваностатического циклирования и циклической вольтамперометрии.

*Работа выполнена при поддержке РНФ (Грант № 17-73-30006-П).*

**Литература**

1. Kanwade A. et al. Phosphate-based cathode materials to boost the electrochemical performance of sodium-ion batteries // Sustainable Energy & Fuels. – 2022. – №. 13. – С. 3114-3147.