

## ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФТОРИДОФОСФАТА $\text{KTiPO}_4\text{F}$ В КАЧЕСТВЕ КАТОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ МЕТАЛЛ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Лучинин Н.Д.<sup>a</sup>, Федотов С.С.<sup>b,a</sup>, Антипов Е.В.<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup>Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, химический факультет,  
119991, Москва, ул. Ленинские горы 1, ст. 3,  
e-mail: nluchinin@gmail.com

<sup>b</sup>Сколковский институт науки и технологии (Сколтех), 143026, Москва, ул. Нобеля, 3.

В качестве новых перспективных электродных материалов для металл-ионных аккумуляторов выделяют класс  $\text{AM-PO}_4\text{F}$  ( $\text{A} = \text{Li, Na, K}$ ;  $\text{M} = \text{M}^{+3}$ ) [1,2]. Гидротермальный синтез традиционно считается одним из наиболее удобных, и легко масштабируемых методов получения данных материалов. Цель работы – гидротермальный синтез фторидофосфата  $\text{KTiPO}_4\text{F}$ , исследование его электрохимических свойств в качестве электродного материала для металл-ионных аккумуляторов.

$\text{KTiPO}_4\text{F}$  были получены гидротермальным методом синтеза в одну стадию. Химический состав соединения был подтвержден в совокупности различными методами: ЭДРС, СХПЭЭ, ИК-спектрофотометрия, термогравиметрический анализ и масс-спектрометрия, спектрометрия ЭПР. Морфология материала изучена методом растровой электронной микроскопии: порошок представляет собой кристаллиты размером от 1 до 2 мкм. Согласно данным рентгеновской дифракции полученное соединение изоструктурно  $\text{KTiPO}_4$  и не содержит примесных фаз. Структура соединения была уточнена методом Ритвельда.

Измерения электрохимических свойств материала  $\text{KTiPO}_4\text{F}/\text{C}$  проводили методом циклической вольтамперометрии, в гальваностатическом режиме, а также используя Operando рентгеновскую дифракцию. Показано, что материал обладает обратимой электрохимической активностью в диапазоне потенциалов 0.6 – 4.6 В отн.  $\text{Li/Li}^+$ ,  $\text{Na/Na}^+$  и  $\text{K/K}^+$ .

### Литература

- V. A. Nikitina, S. S. Fedotov, S. Yu. Vassiliev, A. Sh. Samarin, N. R. Khasanova, E. V. Antipov., Transport and Kinetic Aspects of Alkali Metal Ions Intercalation into  $\text{AVPO}_4\text{F}$  Framework // J. Electrochem. Soc. 2017, 164, 6373-6380.  
K. Kubota, M. Dahbi, T. Hosaka, S. Kumakura, and S. Komaba, Towards K-Ion and Na-Ion Batteries as “Beyond Li-Ion” // Chem. Rec. 2018, 18, 1-22.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 18-73-00313.