

УДК 544.623.032.52

**ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ДОПАНТА НА КИСЛОРОДНО-ИОННЫЙ И
ПРОТОННЫЙ ТРАНСПОРТ ГЕКСАГОНАЛЬНОГО ПЕРОВСКИТА
 $\text{Ba}_5\text{In}_2\text{Al}_2\text{ZrO}_{13}$**

Р.Д. Андреев¹, Д.В. Корона^{1,2}, И.Е. Анимитца^{1,2*}

¹Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

²Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия

*e-mail: irina.animitsa@urfu.ru

Оксидные твердые электролиты продолжают активно изучаться, что обусловлено возможностью их широкого использования; они могут применяться в качестве кислород/протон-проводящих мембранных материалов в топливных элементах, кислородных насосах, анализаторах выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания, при реформинге метана и т.д. Основные исследования выполнены для соединений со структурой перовскита ABO_3 . Однако, необходимость поиска новых перспективных электролитов стимулирует развитие неорганического материаловедения, поэтому недавно появились исследования новых классов электролитов на основе блочных или слоистых структур, а также структур срастания.

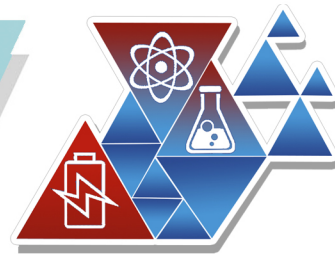
Впервые кислород-ионный и протонный транспорт для структур срастания был описан для соединения $\text{Ba}_5\text{Er}_2\text{Al}_2\text{ZrO}_{13}$ в 2020 г. [1]. Позже реализация протонного переноса также была доказана для фазы $\text{Ba}_5\text{In}_2\text{Al}_2\text{ZrO}_{13}$ [2]. Эту структуру можно рассматривать как результат срастания двух перовскитоподобных блоков $\text{Ba}_2\text{InAlO}_5$ и одного перовскитного блока BaZrO_3 вдоль оси c [3]. Структура этих фаз состоит чередующихся слоев BaO_3 и BaO_2 , кислородные вакансии локализованы в слоях h -типа.

В работе проведены исследования Y^{3+} , In^{3+} , Nb^{5+} -допированных фаз на основе $\text{Ba}_5\text{In}_2\text{Al}_2\text{ZrO}_{13}$. Образцы были получены методом твердофазного синтеза при ступенчатом повышении температуры в температурном интервале 800–1200 °С, с промежуточными перетираниями в среде этилового спирта.

Методом термогравиметрии доказано, что все фазы способны к ин-теркаляции воды из газовой фазы. По термогравиметрическим измерениям определены составы гидратированных образцов.

Методом электрохимического импеданса проведены измерения проводимости. Измерения проводимости от pO_2 показали, что все исследованные фазы являются доминирующими протонными проводниками при $T < 600$ °С во влажной атмосфере. Проведен расчет и анализ парциальных электропроводностей исследованных фаз.

Установлено, что степень гидратации зависит от величины параметров ячейки и, соответственно, определяется наличием свободного места для участия



ОН⁻ групп в координации бария. С другой стороны, акцепторное допирование позволяет увеличить степень гидратации.

Кислород-ионный транспорт значительно не меняется при изовалентном допировании, но увеличивается при акцепторном допировании. Величина протонной проводимости зависит от природы допанта.

Таким образом, фазы когерентного срастания проявляют свойства, характерные для разных классов протонных электролитов.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда и Правительства Свердловской области № 22-23-20003, <https://rscf.ru/en/project/22-23-20003/>.

Список литературы

1. Murakami T., Hester J., Yashima M. // J. Am. Chem. Soc. 2020. V. 142. P. 11653.
2. Andreev R., Korona, D., Anokhina I., Animitsa I. // Materials. 2022. V. 15. N. 11. P. 3944.
3. Shpanchenko R., Abakumov A., Antipov E., Kovba L. // J. Alloy. Compd. 1994. V. 206. P. 185.