

### Список источников

1. Development of  $\text{La}_{1-y}\text{Ca}_{0.3}\text{Ni}_{1-y}\text{Cu}_y\text{O}_{4+\delta}$  Materials for Oxygen Permeation Membranes and Cathodes for Intermediate-Temperature Solid Oxide Fuel Cells / E. Filonova, A. Gilev, T. Maksimchuk et al. // Membranes. 2022. Vol. 12. P. 1222.
2. High-Temperature Behavior, Oxygen Transport Properties, and Electrochemical Performance of Cu-Substituted  $\text{Nd}_{1.6}\text{Ca}_{0.4}\text{NiO}_{4+\delta}$  Electrode Materials / T. Maksimchuk, N. Pikalova, E. Filonova et al. // Appl. Sci. 2022. Vol. 12 (8). P. 3747–3773.

---

## Протонный перенос в содопированных слоистых перовскитах на основе $\text{BaLa}_2\text{In}_2\text{O}_7$

В. Д. Завиралова<sup>1</sup>, Е. В. Абакумова<sup>1,2</sup>,  
А. О. Бедарькова<sup>1,2</sup>, Н. А. Тарасова<sup>1,2</sup>, И. Е. Анимица<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Уральский федеральный университет

им. первого Президента России Б. Н. Ельцина

<sup>2</sup>Институт высокотемпературной электрохимии

Уральского отделения Российской академии наук

---

XXI век ставит много сложных задач перед человечеством, включая защиту и улучшение качества окружающей среды и создание и развитие новых источников энергии. Эти две задачи тесно связаны со времен использования горючих ископаемых, приводящих к загрязнению окружающей среды, запас которых к тому же ограничен. Таким образом, проблема создания экологичного и эффективного источника энергии очень важна.

Электрохимические устройства, работающие на водороде, занимают значительное место в сфере водородной энергетики. Каждое из них очень нуждается в передовых керамических материалах с улучшенными свойствами, одно из которых — высокий уровень протонной проводимости. В общем случае электропроводность возрастает с увеличением концентрации переносчиков заряда и ростом их подвижности.

Традиционные высокотемпературные протонпроводящие материалы — это допированные цераты и цирконаты щелочноземельных металлов. Возможность воды проникать в их кристаллическую структуру обеспечена кислородными вакансиями, которые образованы в результате допирования. Концентрация протонов в их структуре напрямую зависит от концентрации кислородных вакансий и не превышает  $\sim 0,2$  моль для акцепторно-допированных классических перовскитов.

Слоистые перовскиты  $\text{BaLa}_n\text{In}_n\text{O}_{3n+1}$  ( $n = 1, 2$ ), которые могут быть названы структурой Раддлесдена — Поппера, состоят из перовскитных блоков, содержащих октаэдры  $[\text{InO}_6]$  и  $\text{Ba/LaO}$  ( $n = 1$ ) или  $\text{LaO}$  ( $n = 2$ ) слои. Экваториальные атомы кислорода связывают октаэдры  $[\text{InO}_6]$ , и осевые атомы кислорода не связаны между собой. Это обеспечивает большую гибкость слоистых перовскитов по сравнению с классическими перовскитами. Допированные соединения, основанные на однослойной структуре  $\text{BaLaInO}_4$ , могут увеличивать концентрацию до 2 моль  $\text{H}_2\text{O}$  на формульную единицу, что на порядок выше, чем в акцепторно-допированных перовскитах. Ранее было показано, что допированные монослойные перовскиты на основе  $\text{BaLaInO}_4$  являются перспективными протонными проводниками. Двуслойные перовскиты на основе  $\text{BaLa}_2\text{In}_2\text{O}_7$  также являются перспективными в аспекте реализации в них протонного переноса. В настоящей работе впервые была изучена возможность протонного переноса в содопированных слоистых перовскитах на основе  $\text{BaLa}_2\text{In}_2\text{O}_7$ . Получены новые слоистые перовскиты методом содипирования ( $\text{Sr}^{2+} \rightarrow \text{La}^{3+}$ ;  $\text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{In}^{3+}$ ), изучены их физико-химические свойства.