

**ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИНДАТА-АЛЮМИНАТА  
И СКАНДАТА-АЛЮМИНАТА БАРИЯ С БЛОЧНО-СЛОЕВЫМ ТИПОМ  
СТРУКТУРЫ ПРИ ИЗОВАЛЕНТНОМ ЗАМЕЩЕНИИ  
ПОЗИЦИЙ АЛЮМИНИЯ НА ИОНЫ ГАЛЛИЯ**

*Пикалова А.А., Селищев М.М., Кочетова Н.А.*

Уральский федеральный университет  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Разработка материалов, оптимальных для использования в качестве протонпроводящих мембран топливных элементов, является важнейшей задачей для развития водородной энергетики. Исследователями ведется активный поиск перспективных протонных электролитов среди различных структурных классов сложных оксидов. Помимо подробно изученных простых и двойных перовскитов, актуальность приобретают объекты с блочным типом структуры.

Сложные оксиды состава  $Ba_7M_6Al_2O_{19}$ , где ( $M=Sc^{3+}, In^{3+}$ ), состоят из структурных блоков  $\beta-Ba_2MAIO_5$  и  $Ba_3M_4O_9$  и относятся к классу гексагональных перовскитов. В блоке  $\beta-Ba_2MAIO_5$  присутствуют структурные вакансии кислорода, что способствует взаимодействию оксида с парами воды и проявлению протонной проводимости. Оптимизация блочной структуры с когерентно сросшимися блоками путем изовалентного замещения позволяет улучшить электротранспортные свойства и создать более эффективные и термически устойчивые материалы.

В настоящей работе изучены галлий-замещенные твёрдые растворы состава  $Ba_7M_6Al_{1.9}Ga_{0.1}O_{19}$  ( $M=Sc^{3+}, In^{3+}$ ). Образцы получены по растворной технологии глицерин-цитрат-нитратным методом синтеза с финальной стадией отжига при температурах 1150 °C ( $M=In^{3+}$ ) и 1600 °C ( $M=Sc^{3+}$ ). Определено количество внедряемой воды в структуры оксидов с помощью ТГ-анализа. Результаты показали увеличение степени гидратации по сравнению с матричными фазами. Измерение электропроводности осуществлено в температурных интервалах 300–900 °C (для образца с  $M=In^{3+}$ ) и 300–1100 °C (для образца с  $M=Sc^{3+}$ ) методом электрохимического импеданса в атмосферах сухого ( $pH_2O=3 \cdot 10^{-4}$  атм.) и влажного ( $pH_2O=2 \cdot 10^{-2}$  атм.) воздуха и азота, а также при варьировании парциального давления кислорода  $pO_2=0.21-10^{-16}$  атм. Анализ полученных данных и дифференциация электропроводности на парциальные вклады показал, что на воздухе образцы являются смешанными ионно-дырочными проводниками, во влажной атмосфере ионный вклад обусловлен переносом ионов кислорода и протонов, ниже 500 °C протонная проводимость становится доминирующей. При замещении части  $Al^{3+}$  на  $Ga^{3+}$  величина общей электропроводности незначительно повышается. Sc-содержащий образец имеет более высокую проводимость по сравнению с In-содержащим, при 440 °C общая проводимость во влажном воздухе составляет  $\sim 2.06 \cdot 10^{-5}$  См/см.

*Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда и правительства Свердловской области № 24-13-20026.*