

нородность химического и фазового состава сплава $V_{90}Co_{10}$ контролировали методами сканирующей электронной микроскопии и рентгеновской дифракции. Изменения параметров шероховатости в зависимости от стадии подготовки мембранного образца контролировали на конфокальном сканирующем микроскопе. Методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии исследован приповерхностный слой (~10 нм) образцов сплава. Представлены данные по водородопроницаемости мембранного сплава при температуре 623 К в интервале давлений 4,5-30 кПа, полученные с применением нестационарного метода [2]. Сравнительно высокие значения водородопроницаемости мембранного сплава, по-видимому, обусловлены как ОЦК структурой, так и наличием в приповерхностных слоях V и Co в металлическом состоянии.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-38-00759 мол а. Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП “Урал-М” и НОЦ НАНОТЕХ УрФУ.

1. Sipatov I., Sidorov N., et al., AIP Conf Proc., 1767, 020031-1-6 (2016).
2. Kozhakhmetov S., Sidorov N., et al., *J. Alloys Comp.*, 645, S36–S40 (2015).

ОБЪЕМНАЯ И ГРАНИЧНОЗЕРЕННАЯ ПРОВОДИМОСТИ LaYO₃:CaOVO ВЛАЖНОМ И СУХОМ ВОЗДУХЕ

Косых А.С.^{1,2*}, Балакирева В.Б.¹, Горелов В.П.¹, Кузьмин А.В.^{1,2}

¹⁾ Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН,
г. Екатеринбург, Россия

²⁾ Уральский федеральный университет имени Первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: a.s.kosykh@mail.ru

BULK AND GRAIN BOUNDARIES CONDUCTIVITIES OF LaYO₃:CAO IN WET AND DRY AIR

Kosykh A.S.^{1,2*}, Balakireva V.B.¹, Gorelov V.P.¹, Kuzmin A.V.^{1,2}

¹⁾ Institute of High-Temperature Electrochemistry of the Ural Branch of the Russian
Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

²⁾ Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Impedance spectroscopy was used to measure the conductivity of $La_{1-x/2}Y_{1-x/2}Ca_xO_{3-\alpha}$ ($x=0.1-10$) at $T=700-200^\circ\text{C}$ and $p_{\text{H}_2\text{O}} = 0.04-2.5$ kPa. The bulk and grain boundaries conductivities were separated over the entire temperature range. It is found that the bulk and grain boundaries conductivities depend on the temperature and the wet of air. The highest proton conduction has been detected in the solid solution of $La_{0.985}Y_{0.985}Ca_{0.03}O_{3-\alpha}$ under wet air ($p_{\text{H}_2\text{O}}=2.5$ kPa).

В настоящее время проблемы энергетики и, в частности, исследования в области твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ), являются приоритетным направлением развития науки во всех развитых странах. В области разработки ТОТЭ отчетливо выражена тенденция на снижение рабочей температуры до 700-500 °С. Это позволит увеличить срок службы, применять недорогие конструкционные материалы, упростить конструкцию. При разработке электролитов для пониженных температур неоспоримыми преимуществами обладают протонные твердые электролиты, т.к. процесс транспорта протона имеет существенно меньшие энергии активации, чем кислорода, обеспечивая и существенно более высокие (на порядки) объемные проводимости. Но, несмотря на активные исследования, спрос на протонные твердые электролиты с высокой проводимостью и химической устойчивостью не удовлетворен.

Известно, что наиболее высокая протонная проводимость реализуется в оксидных материалах со структурой перовскита, к которым относятся и твердые растворы на основе LaYO_3 , обладающие высокой химической стойкостью и механической прочностью. Ранее [1] нами было показано, что максимальная величина общей проводимости LaYO_3 реализуется при эквивалентном акцепторном допировании обеих подрешеток, но необходимо было выявить влияние границ зерен на общую проводимость. В связи с этим, наши дальнейшие исследования были направлены на изучение объемной и граничнозеренной проводимости однофазных стехиометрических составов $\text{La}_{1-x/2}\text{Y}_{1-x/2}\text{Ca}_x\text{O}_{3-\alpha}$, где $x=0.01-0.10$, методом импеданса в зависимости от температуры (700-200°С) и парциального давления паров воды (0.04-2.5 кПа).

Было установлено, что в «сухом» воздухе ($p_{\text{H}_2\text{O}}=0.04\text{кПа}$), т.е. при отсутствии источника протонов, энергии активации объемной и граничнозеренной проводимостей достаточно близки, составляя 0.70-0.71 эВ, свидетельствуя о преимущественно кислородно-дырочном характере проводимости объемной и граничнозеренной составляющих в этих условиях. Во влажных атмосферах ($p_{\text{H}_2\text{O}}=0.6-2.5\text{кПа}$) в диапазоне температур 400-200°С величины объемной проводимости практически на два порядка превышают граничнозеренную, при этом энергия активации объемной проводимости мала (0.25-0.35 эВ), указывая на явный протонный транспорт. С уменьшением парциального давления паров воды величина объемной проводимости увеличивается при 700°С и слабо уменьшается при 400°С. В то время как граничнозеренная проводимость образцов растет с повышением влажности во всем интервале температур. Максимум общей проводимости в системе наблюдается для состава $\text{La}_{0.985}\text{Y}_{0.985}\text{Ca}_{0.03}\text{O}_{3-\alpha}$ при $p_{\text{H}_2\text{O}}=2.5\text{кПа}$.

1. Балакирева В.Б., Строева А.Ю., Горелов В.П. Электрохимия, 2005. Т.41. №5. С. 610.