

**ИССЛЕДОВАНИЕ $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_{7-\delta}$
МЕТОДОМ ИМПЕДАНСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ
В СИММЕТРИЧНОЙ ЯЧЕЙКЕ НА ОСНОВЕ $\text{Ce}_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{O}_{2-\delta}$**

Ожиганов М.Э., Гилев А.Р., Киселев Е.А., Черепанов В.А.

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

Сложный оксид $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_{7-\delta}$ (LNO) может рассматриваться как катодный материал для среднетемпературных твердооксидных топливных элементов. Процессы, которые обуславливают его поляризационное сопротивление, до сих пор не были изучены. Целью данной работы было провести исследование методом импедансной спектроскопии симметричной ячейки с LNO на основе электролита $\text{Ce}_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{O}_{2-\delta}$ (SDC). Для более точной расшифровки импеданса был использован метод распределения времен релаксации (DRT).

Синтез LNO и SDC был осуществлен цитрат-нитратным способом. После пиролиза LNO отжигали при 900 °С в виде порошка, затем в прессованных таблетках три раза по 9 ч при 1050 °С с промежуточными перетирами в этиловом спирте. SDC отжигали при 950 °С, затем прессовали в таблетки и спекали в течение 20 часов при 1500 °С. Далее на каждую из сторон таблетки наносили спиртовые суспензии образца площадью 0.08 см² и припекали при 1100 °С в течение 1 ч. После этого на поверхность электродов наносили суспензию платины и припекали при 950 °С в течение 1 ч. Измерение импеданса симметричной ячейки проводили при 600, 700 и 800 °С в интервале парциальных давлений кислорода $-0.67 \leq \log P_{\text{O}_2} \leq -3$. Для получения функций DRT использовали метод регуляризации Тихонова с параметром регуляризации равным 0.01.

Из анализа функций DRT при различных P_{O_2} было установлено, что поляризационное сопротивление состоит из пяти вкладов. Обработка спектров импеданса была выполнена с помощью эквивалентной схемы, состоящей из последовательно соединенных сопротивления электролита (R_1) и пяти R-CPE элементов. Для соотнесения вкладов с электрохимическими процессами необходимо рассчитать емкости (C) и тангенсы углов наклона (m) соответствующих зависимостей сопротивлений от P_{O_2} . Рассчитанные значения емкостей и m указывают на то, что наблюдаемые вклады можно отнести к следующим процессам: перенос заряда через границу электрод/электролит (R_2 , $C=10^{-6}$ Ф/см², $m \approx 0$), перенос заряда через границу электрод-коллектор тока (R_3 , $C=10^{-5}$ Ф/см², $m \approx 0$), перенос заряда – кислородно-ионная диффузия в электроде (R_4 , $C=10^{-4}$ Ф/см², $m = -0.27 \pm 0.04$ и R_5 , $C=10^{-3}$ Ф/см², $m = -0.13 \pm 0.03$, соответственно), диссоциация кислорода на поверхности электрода (R_6 , $C=10^{-1}$ Ф/см², $m = -0.5 \pm 0.07$). Общее поляризационное сопротивление LNO составило 1.5 Ω см² при 800 °С на воздухе.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (соглашение № 075-15-2019-1924).