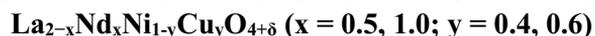


**СИНТЕЗ, КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ИЗУЧЕНИЕ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЛОЖНЫХ ОКСИДОВ**

Соболь М.Е., Суханов К.С., Гилев А.Р., Киселев Е.А., Черепанов В.А.

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

Сложные оксиды $\text{Ln}_2\text{NiO}_{4+\delta}$ ($\text{Ln} = \text{La}, \text{Nd}$), относящиеся к фазам Раддлсдена – Поппера $\text{Ln}_{n+1}\text{Ni}_n\text{O}_{3n+1}$, где $n = 1$, рассматриваются как перспективные катодные материалы для среднетемпературных твердооксидных топливных элементов. Целью работы являлся синтез, исследование фазового состава полученных образцов, уточнение их кристаллической структуры и оценка поляризационного сопротивления фаз $\text{La}_{2-x}\text{Nd}_x\text{Ni}_{1-y}\text{Cu}_y\text{O}_{4+\delta}$ ($x = 0.5, 1.0, y = 0.4, 0.6$) в симметричных ячейках $\text{La}_{2-x}\text{Nd}_x\text{Ni}_{1-y}\text{Cu}_y\text{O}_{4+\delta} \mid \text{Ce}_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{O}_{2-\delta} \mid \text{La}_{2-x}\text{Nd}_x\text{Ni}_{1-y}\text{Cu}_y\text{O}_{4+\delta}$ ($x = 1.0; y = 0.4, 0.6$).

Синтез образцов сложных оксидов $\text{La}_{2-x}\text{Nd}_x\text{Ni}_{1-y}\text{Cu}_y\text{O}_{4+\delta}$ ($x = 0.5, 1.0; y = 0.4, 0.6$) и $\text{Ce}_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{O}_{2-\delta}$ (SDC) проводили по цитратно-нитратной технологии. В качестве исходных веществ использовали следующие реагенты: Nd_2O_3 (99.9 %), $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (х.ч.), $\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (х.ч.), CuO (ч.д.а), Sm_2O_3 (х.ч.) и $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (х.ч.). Перед взятием навесок оксид меди CuO отжигали при 450°C , а оксид самария Sm_2O_3 и оксид неодима Nd_2O_3 при 1100°C в течение 12 ч на воздухе для удаления влаги и адсорбированных газов. Взятые в необходимых стехиометрических количествах исходные вещества растворяли в разбавленной азотной кислоте (ос.ч.) с добавлением избытка моногидрата лимонной кислоты (х.ч.) Получившийся цитратно-нитратный раствор упаривали в чашке на электрической плитке и разлагали при температуре $300\text{--}450^\circ\text{C}$ и далее при 900°C . Фазовый состав полученных образцов устанавливали методом рентгенофазового анализа (РФА). Результаты РФА показали, что сложные оксиды $\text{La}_{2-x}\text{Nd}_x\text{Ni}_{1-y}\text{Cu}_y\text{O}_{4+\delta}$ ($x = 0.5, 1.0; y = 0.4, 0.6$) и спеченные таблетки SDC были получены однофазными, имели тетрагональную структуру типа K_2NiF_4 , пр. гр. $I4/mmm$, и кубическую структуру типа флюорита, пр. гр. $Fm\bar{3}m$, соответственно. Кристаллическую структуру образцов уточняли методом Ритвелда.

Для исследования импеданса симметричных ячеек $\text{La}_{2-x}\text{Nd}_x\text{Ni}_{1-y}\text{Cu}_y\text{O}_{4+\delta} \mid \text{SDC} \mid \text{La}_{2-x}\text{Nd}_x\text{Ni}_{1-y}\text{Cu}_y\text{O}_{4+\delta}$ ($x = 1.0; y = 0.4, 0.6$) на каждую сторону таблетки SDC наносили спиртовые суспензии из порошков сложных оксидов $\text{La}_{2-x}\text{Nd}_x\text{Ni}_y\text{Cu}_{1-y}\text{O}_{4+\delta}$ ($x = 1.0, y = 0.4, 0.6$) и затем припекали при 950°C в течение 4 ч на воздухе. Спектры импеданса были получены двухконтактным методом в интервале частот от 300 кГц до 1 мГц с амплитудой сигнала 15–20 мВ в интервале температур $600\text{--}800^\circ\text{C}$. Значения общего поляризационного сопротивления, R_p , для $\text{La}_{2-x}\text{Nd}_x\text{Ni}_{1-y}\text{Cu}_y\text{O}_{4+\delta}$, рассчитанные из полученных годографов, составили $0.081 \text{ Ом}\cdot\text{см}^2$ ($x=1.0, y=0.4$) и $0.093 \text{ Ом}\cdot\text{см}^2$ ($x=1.0, y=0.6$) при 800°C .

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-23-00128, <https://rscf.ru/project/24-23-00128/>