

## КАТОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ $\text{La}_{2-x}\text{Ca}_x\text{NiO}_4$ ДЛЯ ТВЕРДООКСИДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

*А. А. Кольчугин\**, *Н. М. Богданович*, *И. Ю. Ярославцев*, *С. В. Плаксин*,  
*Т. А. Демьяненко*, *Д. И. Бронин\*\**, 2013

\* Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга,  
Петропавловск-Камчатский, Россия, laba50@mail.ru

\*\* Институт высокотемпературной электрохимии, УрО РАН,  
Екатеринбург, Россия, bronin@ihte.uran.ru

В данной работе проведено систематическое изучение влияния допирования никелита лантана  $\text{La}_2\text{NiO}_4$  кальцием на кристаллографическую структуру, коэффициент термического расширения (ТКЛР), электропроводность и поляризационную проводимость электродов из  $\text{La}_{2-x}\text{Ca}_x\text{NiO}_4$  ( $0 \leq x \leq 0.4$ ) в контакте с твердым электролитом из  $\text{Ce}_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{O}_{1.9}$  (SDC).

$\text{La}_{2-x}\text{Ca}_x\text{NiO}_4$  ( $x = 0; 0.1; 0.2; 0.3; 0.4$ ) синтезировали по двухстадийной керамической технологии. Исходными реактивами служили  $\text{La}_2\text{O}_3$  (99.99 %),  $\text{CaCO}_3$  (99.99 %) и  $\text{NiO}$  квалификации «чистый». На первом этапе синтез проводился при температуре 1150°C в течение 2 часов. Вторая стадия синтеза осуществлялась при 1250°C в течение 5 часов. В обоих случаях скорость нагрева-охлаждения составляла 200°C/час. Из полученных порошков с удельной поверхностью около 1 м<sup>2</sup>/г изготовлены компактные образцы и электроды, сформированные на несущем SDC-электролите. Согласно данным рентгеновской дифракции материалы как порошков, так и изготовленных из них спеченных компактных образцов, являются однофазными и имеют тетрагональную структуру.

Дилатометрические исследования показали отсутствие фазовых переходов в температурном диапазоне 25-900°C для всех изученных составов. Увеличение концентрации кальция приводит к некоторому увеличению ТКЛР, однако ТКЛР всех составов имеет величину близкую к ТКЛР SDC-электролита.

Исследование фазового состава электродных композиций состава  $\text{La}_2\text{NiO}_4$ -SDC и  $\text{La}_{1.7}\text{Ca}_{0.3}\text{NiO}_4$ -SDC, припеченных к электролитной подложке из SDC при температурах 1300-1400°C, показало, что при высокотемпературной обработке происходит взаимодействие между материалами электродов и электролита с образованием новых фаз в обеих композициях. Модифицирование кальцием увеличивает устойчивость никелита лантана к взаимодействию с SDC-электролитом.

Увеличение концентрации кальция приводит к увеличению электропроводности образцов из  $\text{La}_{2-x}\text{Ca}_x\text{NiO}_4$ . Все составы за исключением наиболее электропроводящего  $\text{La}_{1.6}\text{Ca}_{0.4}\text{NiO}_4$  проявляют квазиметаллический металлический характер проводимости. Электропроводность  $\text{La}_{1.6}\text{Ca}_{0.4}\text{NiO}_4$  в диапазоне 400-900°C почти не зависит от температуры и составляет приблизительно 110 См/см.

Электрохимическая активность электродов изучена при температурах 600-900°C. С увеличением количества кальция в  $\text{La}_{2-x}\text{Ca}_x\text{NiO}_4$  с  $x = 0$  до 0,4 поляризационная проводимость электродов, сформированных на SDC-электролите при 1300°C, уменьшается примерно на десятичный порядок. Электрохимические характеристики электродов всех составов значительно улучшаются при использовании коллекторного слоя из  $\text{LaNi}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{O}_3$  за счет более совершенного распределения тока в электроде.

*Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект №12-С-3-1016, 2012 г.*