

СОЗДАНИЕ ДВУХСЛОЙНЫХ СТРУКТУР «ПОРИСТАЯ ПОДЛОЖКА – ГАЗОПЛОТНЫЙ СЛОЙ» ДЛЯ ТВЕРДООКСИДНЫХ УСТРОЙСТВ

© *Е. Ю. Пикалова, Д. А. Медведев, А. А. Мурашкина,
А. К. Демин, А. Ю. Чуйкин, 2013*

Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН,
Екатеринбург, Россия, e.pikalova@list.tu

Твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ) являются высокоэффективными устройствами прямого преобразования химической энергии продуктов (топлива) в электрическую. С целью коммерциализации таких устройств в последнее время внимание фокусируется на снижении их рабочей температуры до 500–750 °С, что дает возможность замены драгоценных металлов в составе электродов более дешевыми материалами и снижает деградацию стеков. Решение данной проблемы возможно путем замены в ТОТЭ традиционно используемого диоксида циркония, стабилизированного иттрием, электролитами с высокой ионной проводимостью в среднетемпературном интервале. В данной работе были выбраны для исследования многокомпонентные электролиты $\text{BaCe}_{0.89}\text{Gd}_{0.1}\text{Cu}_{0.01}\text{O}_{3-\delta}$ и $\text{Ce}_{0.8}(\text{Sm}_{0.8}\text{Sr}_{0.2})_{0.2}\text{O}_{2-\delta}+1$ мол.% Co_2O_3 с максимальными значениями электропроводности и низкими температурами спекания, как было показано в наших предыдущих работах [1, 2].

Другой путь к снижению сопротивления электролита – уменьшение его толщины. Известно достаточно много методов получения тонкопленочного электролита на несущем пористом электроде: распыление в газовой фазе растворов, золь-гелей и коллоидов, трафаретная печать, метод глубокого погружения с послойным нанесением электролита, магнетронное напыление и др. Многие из перечисленных методов трудоемки и дороги, требуют предварительной обработки пористой поверхности перед нанесением газоплотного слоя. В настоящей работе предложен простой способ формирования двухслойных структур «пористая подложка – газоплотный слой» методом каландрования, пригодный для изготовления планарных конструкций в как для топливных элементов или электролизеров (анод-электролит), так и для электрохимических конвертеров, где для формирования слоев используется один и тот же материал твердооксидной мембраны со смешанной кислород-ионной и электронной проводимостью.

Для формирования полуэлементов «пористый анод – газоплотный электролит» использовали пленки из материала анода состава $0.45\text{Ce}_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{O}_{2-\delta}+0.55\text{NiO}$ и содержанием крахмала от 0 до 50 масс. % с органической связкой и толщиной 200–400 мкм. Пленки из материалов электролитов изготавливались без порообразующей добавки толщиной 70–100 мкм. Далее пленки подвергали совместной прокатке и обжигу на воздухе при 1400–1450 °С. На рис.1 приведены микрофотографии слома двухслойных структур с содержанием крахмала в анодном слое 40 масс.%. Стоит отметить, что полученные двухслойные структуры являются достаточно устойчивыми в

процессе восстановления. В качестве примера на рис. 2 приведены микрофотографии поперечного разлома «пористая подложка – электролит» после спекания и после восстановления во влажном водороде. При этом открытая пористость анода после восстановления увеличивается с 17 до 46 % при содержании порообразователя от 0 до 50 масс.%. На рис. 3 приведены сломы двухслойных структур на основе мембранного материала $\text{SrTi}_{0.7}\text{Fe}_{0.3}\text{O}_{3-\delta}$ с содержанием порообразователя в подложке 20 и 40 масс.%.

Преимущество метода каландрования по сравнению с другими методами является простота контроля пористости несущей основы, толщины плотного слоя и пористой подложки.

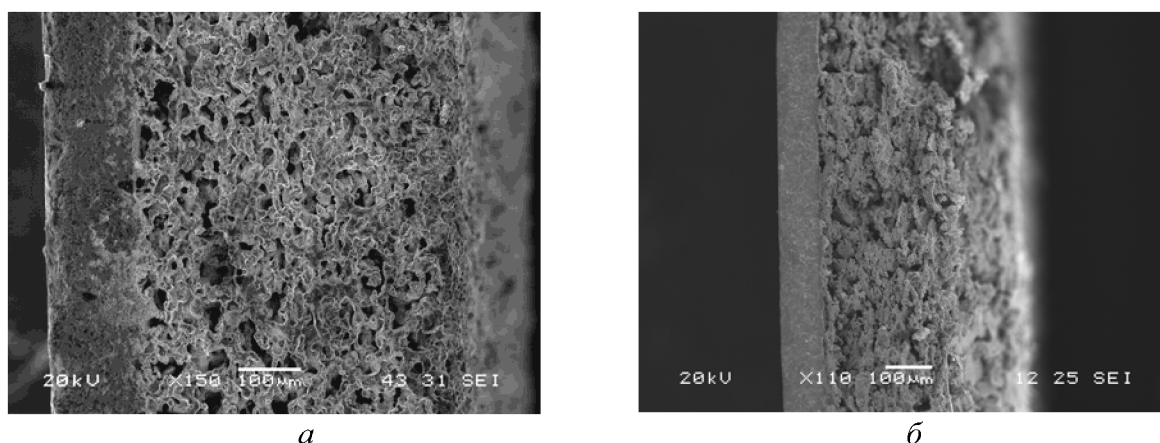


Рис. 1. Двухслойные структуры анод- $\text{BaCe}_{0.89}\text{Gd}_{0.1}\text{Cu}_{0.01}\text{O}_{3-\delta}$ (а), анод- $\text{Ce}_{0.8}(\text{Sm}_{0.8}\text{Sr}_{0.2})_{0.2}\text{O}_{2-\delta}$ (б) (40 масс. % содержание порообразователя в аноде)

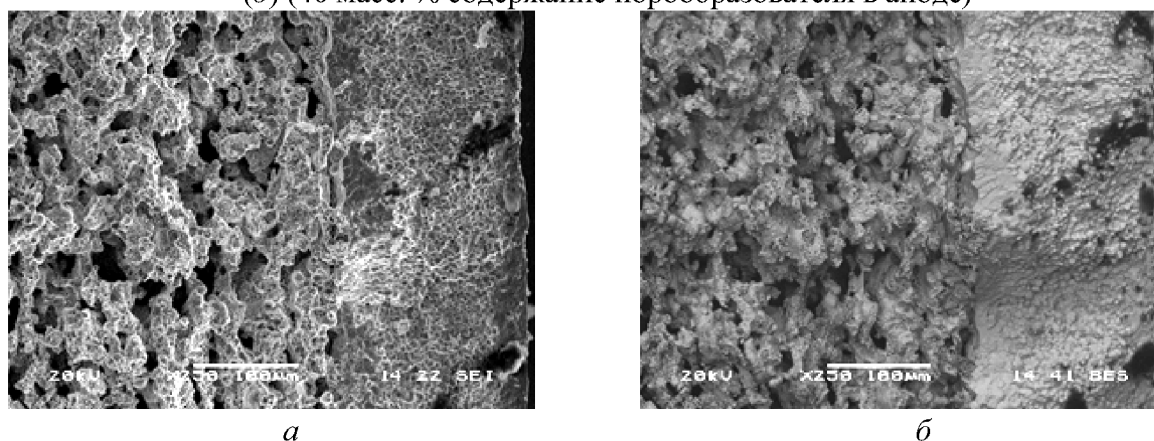


Рис. 2 Двухслойные структуры анод- $\text{BaCe}_{0.89}\text{Gd}_{0.1}\text{Cu}_{0.01}\text{O}_{3-\delta}$ (в режиме вторичных – а и обратно рассеянных электронов – б) после восстановления в водороде (40 масс.% порообразователя)

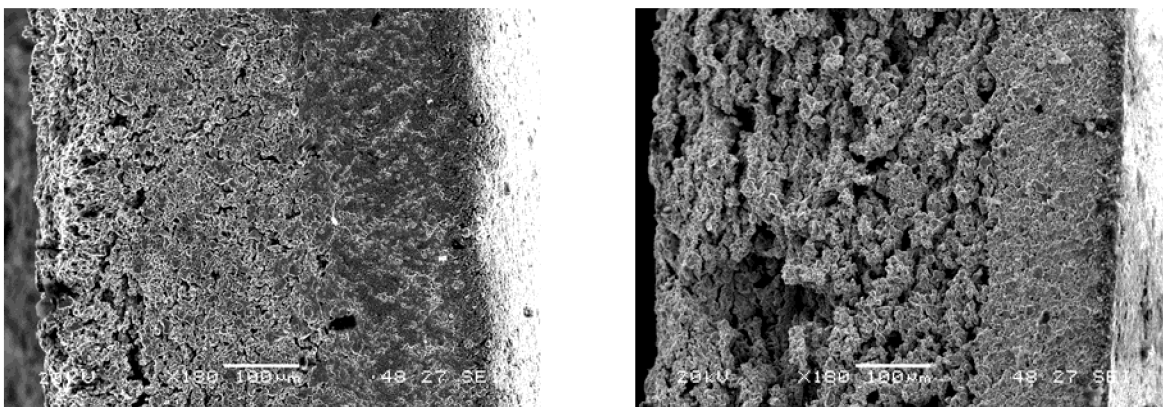


Рис. 3. Двухслойные структуры $\text{SrTi}_{0.7}\text{Fe}_{0.3}\text{O}_{3-\delta}$ (плотн.)– $\text{SrTi}_{0.7}\text{Fe}_{0.3}\text{O}_{3-\delta}$ (порист.) с различной пористостью несущей подложки

Работа выполнена при поддержке РФФИ (№№12-03-33002, 13-03-00065, 13-03-96098) и Совета по грантам Президента РФ (№№СП-44.2012.1, СП-3165.2013.1).

Список литературы

1. Gorbova E., Maragou V., Medvedev D. et al. // J. Power Sources. 2008. V. 181. P. 292.
2. Пикалова Е.Ю., Бамбуров В.Г., Мурашкина А.А. и др. // Электрохимия. 2011. V. 47. P. 738.