

## ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ЦЕРИЯ, МОДИФИЦИРОВАННОГО $\text{SrTiO}_3$ , ДЛЯ ТОТЭ С НЕСУЩИМ АНОДОМ

Русакова Д.С.<sup>1</sup>, Павлова И.А.<sup>1</sup>, Ермакова Л.В.<sup>2</sup>, Пикалова Е.Ю.<sup>1,3</sup>,  
Калинина Е.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Институт электрофизики УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>) Институт химии твердого тела УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

<sup>3</sup>) Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия  
E-mail: r.dasha.ds@yandex.ru

## ELECTROPHORETIC DEPOSITION OF $\text{CeO}_2$ -BASED THIN-FILM ELECTROLYTE, MODIFIED $\text{SrTiO}_3$ , FOR ANODE-SUPPORTED SOFC

Rusakova D.S.<sup>1</sup>, Pavlova I.A.<sup>1</sup>, Ermakova L.V.<sup>2</sup>, Pikalova E.Yu.<sup>1,3</sup>, Kalinina E.G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Institute of Electrophysics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Yekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>) Institute of Solid State Chemistry of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Yekaterinburg, Russia

<sup>3</sup>) Institute of High-Temperature Electrochemistry of the Ural Branch of the Russian  
Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

The aim of this work was to determine the possibility of creation the dense  $\text{CeO}_2$ -based electrolyte membranes on anode substrates by the electrophoretic deposition. The SDC suspensions were modified by the  $\text{SrTiO}_3$  addition. The microstructure studies of deposited and sintered films were carried.

Твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ) – устройства, вырабатывающие электрическую энергию за счет энергии химической реакции между топливом и окислителем. Развитие ТОТЭ обусловлено их высокой эффективностью и экологической чистотой. Для среднетемпературных ТОТЭ перспективным материалом в качестве твердого электролита является диоксид церия, допированный самарием [1]. Перспективной технологией для формирования тонкопленочных покрытий электролита на анодных подложках ТОТЭ является электрофоретическое осаждение (ЭФО), которое не требует высокотехнологичного оборудования и может быть адаптировано к массовому производству [2]. Настоящая работа посвящена электрофоретическому формированию тонкопленочных покрытий на основе  $\text{Ce}_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{O}_{1.9}$  (SDC) с добавкой  $\text{SrTiO}_3$  на пористых анодных подложках 50% NiO-50%  $\text{BaCe}_{0.8}\text{Sm}_{0.19}\text{Cu}_{0.1}\text{O}_3$  (NiO-BCSCuO) и 50% NiO-50%  $\text{Ce}_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{O}_{1.9}$  (NiO-SDC), а также сравнительному исследованию спекаемости и микроструктуры полученных композитных покрытий SDC- $\text{SrTiO}_3$ .

Пористые анодные подложки NiO-BCSCuO и NiO-SDC были изготовлены из смеси порошков в соотношении 50/50 с добавлением графита в качестве

порообразователя методом одноосного полусухого прессования с последующим спеканием ( $1200^{\circ}\text{C}$ , 4 ч). В качестве материалов для формирования покрытий электролита использовали порошки SDC различной дисперсности, полученные глицин-нитратным методом (SDC-MPs,  $S_{\text{уд}} = 12 \text{ м}^2/\text{г}$ ) и лазерным испарением конденсацией (SDC-NPs,  $S_{\text{уд}} = 83 \text{ м}^2/\text{г}$ ). По данным РФА образцы порошков SDC были однофазными и имели кубическую структуру (пр.гр. Fm-3m (225)) с параметром решетки: SDC-MPs –  $a = 5.431(1) \text{ \AA}$ , SDC-NPs –  $a = 5.429(3) \text{ \AA}$ . К порошку SDC добавляли 5 мол.%  $\text{SrTiO}_3$  ( $S_{\text{уд}} = 3 \text{ м}^2/\text{г}$ ), полученного методом горения из растворов. По данным РФА, порошок  $\text{SrTiO}_3$  имел кубическую структуру перовскита (пр.гр. Pm-3m (221)) с параметром решетки  $a = 3.904(3) \text{ \AA}$ . Суспензию SDC с добавкой  $\text{SrTiO}_3$  (10 г/л) готовили по точной навеске порошков в смешанной дисперсионной среде изопропанол/ацетилацетон (70/30 об.%) с последующей ультразвуковой обработкой (УЗО) в течение 5–125 мин. Для стабилизации суспензии потребовалось ввести 10 вес.% SDC-NPs. Установлено, что увеличение длительности УЗО способствует увеличению  $\zeta$ -потенциала. После 125 мин УЗО  $\zeta$ -потенциал суспензии составил + 11 мВ (pH = 5.7).

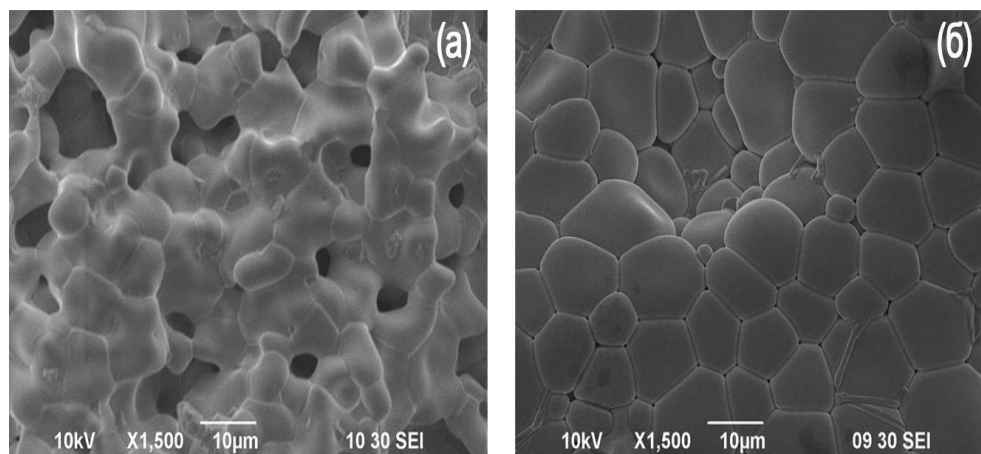


Рис. 1. СЭМ изображения спеченных покрытий SDC- $\text{SrTiO}_3$ : (а) на анодной подложке NiO-SDC при температуре  $1550^{\circ}\text{C}$ , 5 ч; (б) на анодной подложке NiO-BCSCuO при температуре  $1450^{\circ}\text{C}$ , 5 ч.

Методом ЭФО сформированы покрытия из суспензии на основе порошка SDC, модифицированного 5 мол.%  $\text{SrTiO}_3$ , толщиной 16 и 21 мкм на анодных подложках NiO-SDC и NiO-BCSCuO, соответственно, с последующим спеканием при температурах  $1550^{\circ}\text{C}$  и  $1450^{\circ}\text{C}$  (5 ч). Установлено, что при спекании на анодной подложке NiO-SDC плотного покрытия SDC- $\text{SrTiO}_3$  не сформировалось (Рис. 1 а) в отличие от спеченного покрытия SDC- $\text{SrTiO}_3$  на подложке NiO-BCSCuO (Рис. 1 б). По данным EDX-анализа при спекании покрытия на подложке NiO-BCSCuO произошла диффузия бария из подложки в покрытие, что способствовало интенсификации процессов спекания и позволило получить плотную пленку SDC- $\text{SrTiO}_3$ .

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-23-00066, <https://rscf.ru/project/22-23-00066/>.*

1. Pikalova E.Yu., Murashkina A.A., Maragou V.I., Demin A.K., Strekalovsky V.N., Tsiakaras P.E., *International Journal of Hydrogen Energy*, 36, 36, 6175–6183, (2011).
2. Kalinina E.G., Pikalova E.Y., *Russian Chemical Reviews*, 88, 1179, (2019).