

Микроструктура и электрохимические свойства тонкопленочных твердооксидных топливных элементов, формируемых методом магнетронного распыления

Лаборатория прикладной электроники (зав. лабораторией к.т.н. А. А. Соловьев)

Методом магнетронного распыления на несущем NiO/ZrO₂:Y₂O₃ аноде сформирована тонкопленочная многослойная структура мембранно-электродного блока твердооксидного топливного элемента, включающая в себя NiO/ZrO₂:Y₂O₃ анодный и La_{0.6}Sr_{0.4}CoO₃ катодный функциональные слои, а также двухслойный ZrO₂:Y₂O₃|Ce_{0.9}Gd_{0.1}O_{1.95} электролит. Вольтамперные характеристики многослойных топливных элементов были исследованы в диапазоне температур 800–600°C. Максимальная плотность мощности тонкопленочного топливного элемента составила 1990 и 430 мВт/см² при температуре 800 и 600°C, соответственно.

Увеличение мощности твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ) может быть достигнуто за счет снижения толщины электролита (снижения омических потерь) и наноструктурирования электродов (снижения активационных потерь). Поэтому в данной работе слои NiO/ZrO₂:Y₂O₃ (NiO/YSZ) анода толщиной от 0,5 до 4 мкм, YSZ электролита (4 мкм), Ce_{0.9}Gd_{0.1}O_{1.95} (GDC) барьерного слоя (2 мкм) и La_{0.6}Sr_{0.4}CoO₃ (LSC) катода (0,6 мкм) были сформированы на несущем NiO/YSZ аноде (SOFCMAN, Китай) методом магнетронного распыления. Диаметр единичных топливных ячеек составлял 20 мм. Для улучшения токосяема с катода использовалась LSC паста (CERA-FC Co, Корея). Были измерены вольтамперные характеристики ТОТЭ с разной толщиной анодного функционального слоя (0,5, 2 и 4 мкм) в диапазоне температур 800–600°C. Наибольшую плотность мощности показали ТОТЭ с анодным функциональным слоем толщиной 0,5 мкм. При температуре 800, 700 и 600°C максимальная плотность мощности тонкопленочного топливного элемента составила 1990, 1215 и 430 мВт/см², соответственно. Для сравнения, топливный элемент без анодного и катодного функциональных слоев имел плотность мощности 1620, 970 и 300 мВт/см² при температуре 800, 700 и 600°C.

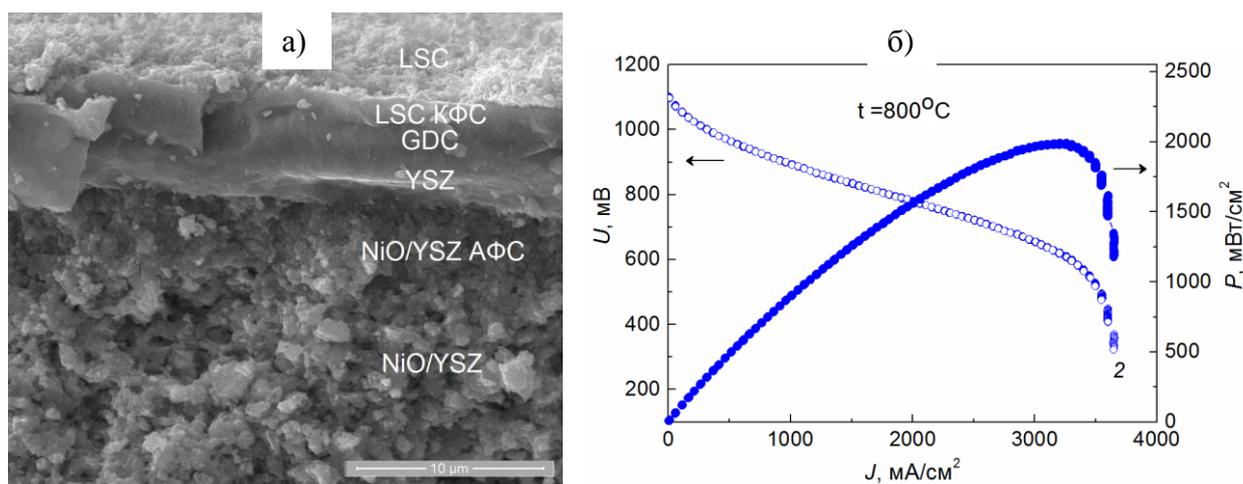


Рис. 1. Микроструктура поперечно излома тонкопленочного топливного элемента с несущим NiO/YSZ анодом, YSZ|GDC электролитом и LSC катодом (а) и его вольтамперная характеристика при температуре 800°C

Публикация

А.В. Шипилова, А.А. Соловьев, Е.А. Смолянский, С.В. Работкин, И.В. Ионов. Влияние тонких функциональных слоев электродов на характеристики среднетемпературного твердооксидного топливного элемента // Электрохимия. 2021. Т. 57. № 2. С. 67-74.

(A.V. Shipilova, A.A. Solov'ev, E.A. Smolyanskii, S.V. Rabotkin, I.V. Ionov, The Effect of Thin Functional Electrode Layers on Characteristics of Intermediate Temperature Solid Oxide Fuel Cell, Russian Journal of Electrochemistry, 2021, Vol. 57, No. 2, pp. 97–103. DOI: 10.1134/S1023193521020038)