

## РАЗРАБОТКА ТВЕРДООКСИДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТОМСКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

А.А. Соловьев, Г.Е. Ремнев, Е.А. Смолянский

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [solovev@tpu.ru](mailto:solovev@tpu.ru)

Основная проблема использования твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ) связана с их высокой рабочей температурой (800–1000°C). Это приводит к использованию дорогостоящих материалов при изготовлении ТОТЭ и снижению генерируемой ими мощности со временем. Поэтому актуальной задачей является снижение рабочей температуры ТОТЭ до 600–750°C. Этого можно добиться уменьшением толщины электролита с сотен до единиц микрометров и, как следствие, снижения омических потерь в топливном элементе. В Томском политехническом университете предложено использовать для формирования тонкопленочного электролита на несущих анодах ТОТЭ метод магнетронного распыления. Данный метод широко используется в промышленности для осаждения тонкопленочных слоев толщиной от единиц нанометров до нескольких микрометров.

Была отработана технология нанесения электролита из диоксида циркония, стабилизированного иттрием (YSZ), и барьерного слоя из оксида церия допированного гадолинием на несущие NiO/YSZ аноды ТОТЭ. Суммарная толщина электролита составила 4–6 мкм. ТОТЭ лабораторного масштаба с таким тонкопленочным электролитом и активной площадью катода 1 см<sup>2</sup> продемонстрировали высокие плотности мощности (1,85 и 0,39 Вт/см<sup>2</sup> при рабочих температурах 750 и 600°C соответственно) при работе на водороде [1]. Затем технология магнетронного осаждения была отработана на ТОТЭ с несущим анодом размером 10×10 см<sup>2</sup> (рисунок 1) [2].



Рис. 1. Твердооксидный топливный элемент с тонкопленочным электролитом (слева) и батарея ТОТЭ (справа)

На основе ТОТЭ с несущим анодом размером 10×10 см<sup>2</sup> были изготовлены и испытаны первые образцы батарей ТОТЭ, состоящие из 3, 10 и 50 топливных ячеек. Батарея из 50-ти топливных ячеек имела мощность 500 Вт.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Solovyev A.A., Rabotkin S.V., Kuterbekov K.A., Koketay T.A., Nurkenov S.A., Opakhai S., Shipilova A.V., Ionov I.V., Eliseeva G.M. Comparison of sputter-deposited single and multilayer electrolytes based on gadolinia-doped ceria and yttria-stabilized zirconia for solid oxide fuel cells // International Journal of Electrochemical Science. – 2020. – V. 15. – P. 231–240.
2. Solovyev A., Ionov I., Lauk A., Linnik S., Shipilova A., Smolyanskiy E. Fabrication and performance investigation of three-cell SOFC stack based on anode-supported cells with magnetron sputtered electrolyte // Journal of Electrochemical Energy Conversion and Storage. – 2018. – V. 15. – P. 044501–1-044501-4.