**Разработка анод-несущей конструкции ТОТЭ с катодным материалом   
на основе купрата празеодима**

***Добровольский Ю.О.******1, Лысков Н.В.2, Мазо Г.Н.1***

*Студент, 4 курс специалитета*

*1Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия*

*2Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка, Россия*

*E–mail:* [*burstvine@gmail.com*](mailto:burstvine@gmail.com)

В современном мире значительный интерес проявляется к альтернативным источникам энергии и переходу к безуглеродному типу её производства, что связано с переходом к более экологически чистым способам генерации энергии. В качестве одного из перспективных типов генераторов энергии рассматриваются твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ) - устройства, преобразующие химическую энергию топлива в электрическую с высоким коэффициентом полезного действия. Весьма актуальной задачей в области развития ТОТЭ является снижение их рабочей температуры до среднетемпературного интервала 600-800°С, что позволит решить проблемы с герметизацией, снизит скорость деградации материалов и даст возможность применить более рентабельные конструкционные материалы. Однако переход к новым условиям эксплуатации требует использования эффективных катодных материалов, обладающих высокой электрохимической активностью в интервале средних температур.

В данной работе в качестве перспективного катодного материала ТОТЭ был рассмотрен сложный оксид Pr2CuO4 (PCO), преимуществами которого является высокая электропроводность (~100 См/см при 900°С) и термомеханическая совместимость (коэффициент термического расширения (КТР) = 11.9×10–6 K–1) со стандартными твердыми электролитами Ce0.9Gd0.1O1.95 (GDC) (КТР = 12.4×10–6 K–1) и Zr0.84Y0.16O1.92(YSZ) (КТР = 10.5×10–6 K–1) [1,2]. Для сравнительного исследования электрохимических характеристик ТОТЭ были приготовлены топливные ячейки электролит- и анод-несущей конструкции состава Ni-YSZ/YSZ/GDC/катод. Толщина электролитного слоя YSZ для топливных ячеек составляла ⁓450 и 8 мкм, соответственно. Пористый защитный слой GDC (20 масс.% рисового крахмала) наносили методом трафаретной печати на электролит. Для повышения электрохимической активности в барьерный подслой методом инфильтрации вводили Pr6O11 (30 масс.%). В электролит-несущей конструкции катодный слой формировали созданием композитного катода PCO-GDC (60/40 масс. %), в анод-несущей в качестве катода использовали чистый PCO. Исследование вольтамперных и мощностных характеристик тестовых ячеек ТОТЭ проводили в керамической измерительной ячейке ProboStat NORECS (Норвегия) в интервале температур 600-900°С. В качестве окислителя использовался воздух, топливом являлся увлажненный водород.

Результаты исследований полученных топливных ячеек показали, что использование композитного состава катода и введение электрокаталитической добавки Pr6O11 значительно увеличивает удельную мощность (до ⁓185 мВт/см2 при 900°С). Исследование образцов ТОТЭ методом импедансной спектроскопии показало, что для анод-несущей конструкции наблюдаются наименьшие величины омических и поляризационных потерь. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования инфильтрационного метода модификации катода для повышения эффективности работы ТОТЭ в интервале средних температур.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 20-08-00454.*

**Литература**

1. Н.В. Лысков, М.З. Галин, К.С. Напольский, И.В. Росляков, Г.Н. Мазо Повышение электрохимической активности границы Pr1.95La0.05CuO4/пористый слой Ce0.9Gd0.1O1.95 при инфильтрационном введении Pr6O11 // Электрохимия. 2021. Т. 57. № 11. С. 670–678.

2. Chiu T.-W., Wang W.-R., Wu J.-S. Synthesis of Pr2CuO4 powders by using a glycine–nitrate combustion method for cathode application in intermediate-temperature solid oxide fuel cells // Ceram. Int. 2022. Vol. 47. № 2. P. 1103-1120.