

Методика *in-situ* изучения окислительно-восстановительных реакций в композиционных электродах ТОТЭ с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния света

Ф.М. Цыбров, Д.А. Агарков, И.Н. Бурмистров, И.И. Тартаковский, С.И. Бредихин

ИФТТ РАН

Твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ) - электрохимические устройства для прямого преобразования химической энергии топлива и окислителя в электрическую и тепловую энергию. Эффективность ТОТЭ напрямую определяется полным внутренним сопротивлением, которое напрямую зависит от кинетики окислительно-восстановительных реакций, протекающих на границе «электролит-электрод».

Традиционными способами изучения реакций являются импедансная спектроскопия и исследование вольт-амперных характеристик. Однако, исследование вольт-амперных характеристик является кумулятивным методом, и не даёт детальной информации о химических реакциях, протекающих на электродах ТОТЭ. Для анализа данных, полученных методом импедансной спектроскопии требуются упрощённые модели, интерпретация которых не всегда приводит к однозначному результату. Возможной методикой, лишенной таких недостатков, является спектроскопия комбинационного рассеяния света. Данная методика широко используется для изучения как катодных [1], так и анодных [2] процессов в ТОТЭ. Предыдущие исследования ТОТЭ данной методикой были проведены для процессов, происходящих на внешних границах модельных электрохимических элементов, в основном для поверхности электродов. Наиболее информативное место для наблюдений – граница «электролит-электрод», на которой протекают реакции, не доступно для наблюдений с поверхности, так как глубина проникновения лазерного излучения довольно небольшая (порядка 1 мкм). Для наблюдения за процессами на границе «электрод-электролит» в данной работе используется оптически прозрачная мембрана электролита, изготовленная из монокристалла оксида циркония, стабилизированного оксидами скандия и иттрия. Кроме того, особая геометрия противоз электродов позволяет наблюдать за реакциями на трёхфазной границе.

В данной работе новая методика совмещена с традиционными методами, с импедансной спектроскопией и изучением вольт-амперных характеристик. Исследования проводятся непосредственно в рабочих условиях ТОТЭ: рабочая температура, разделённые газовые объёмы, токовая нагрузка. В работе подробно представлены результаты *in-situ* исследования окислительно-восстановительных реакций на аноде с помощью новой методики.

Литература

1. Loidant S, Abello L., Siebert E., Lucazeau G. Correlations between structural and electrical properties of BaCeO₃ studied by coupled *in-situ* Raman scattering and impedance spectroscopy // Solid State Ion. 1995. V. 78. P. 249-258.
2. W. Bessler et al. Model anodes and anode models for understanding the mechanism of hydrogen oxidation in solid oxide fuel cells // Phys. Chem. Chem. Phys. 2010. V. 12. P. 13888-13903.