



# НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



«Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов



«ПРОМЕТЕЙ»

имени И. В. Горынина

Государственный научный центр

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Симоненко Т.Л. «Синтез и исследование твердых электролитов на основе  $ZrO_2$ ,  $CeO_2$  и  $BaCe(Zr)O_3$ , легированных оксидами магния, иттрия и гадолиния», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.04 (Физическая химия).

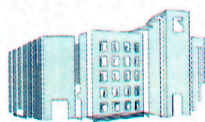
Развитие альтернативной энергетики предполагает широкое использование твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ). Вместе с тем, их практическое применение ограничено высокой рабочей температурой. Во многом, решение этой проблемы состоит в правильном выборе (или разработке) состава материала и технологии получения твердого электролита. Представленная соискателем работа предусматривает получение керамических электролитов на основе оксидов циркония и церия, применение которых обеспечивает снижение рабочих температур ТОТЭ на 300-400 °С.

Автором разработаны физико-химические основы процессов направленного синтеза оксидных нанопорошков с использованием различных методов, в том числе совместного осаждения гидроксидов металлов и криотехнологии, совместной кристаллизации солей, цитрат и цитрат-нитратного синтеза. Показано влияние указанных методов и условий проведения синтеза на дисперсность, удельную площадь поверхности и структуру пор получаемых нанопорошков, а также микроструктуру, плотность и электрофизические свойства объемных электролитов, получаемых на их основе.

Установлена взаимосвязь между условиями синтеза и консолидации оксидных нанопорошков, а также их химическим составом и электрофизическими параметрами полученных твердых электролитов.

Установлено, что увеличение содержания оксидов иттрия и гадолиния в системах  $CeO_2-Y_2O_3$ ,  $CeO_2-Gd_2O_3$ , а также использование методов холодного прессования с последующим спеканием или искрового плазменного спекания, обеспечивает снижение среднего размера ОКР на 10-40%.

Автором решен ряд задач, которые представляют не только научный интерес, но также имеют практическое значение. Например, разработаны и реализованы на практике комплексные



НИИ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей»  
191015, Россия, Санкт-Петербург, улица Шпалерная, дом 49  
Телефон (812) 274-37-96, Факс (812) 710-37-56, mail@erism.ru, www.erism-prometey.ru  
ОКПО 07516250, ОГРН 1037843061376, ИНН 7815021340/ КПП 783450001

технологии, позволяющие получать объемные и тонкопленочные керамические материалы с контролируемыми функциональными характеристиками.

Решены задачи по созданию твердых электролитов для высокотемпературных и среднетемпературных ТОТЭ. Получен высокотемпературный электролит системы  $ZrO_2-Y_2O_3-Gd_2O_3-MgO$ , обладающий низкой величиной открытой пористости и высоким значением относительной плотности (подтверждено патентом РФ на изобретение).

Исследованы материалы систем  $CeO_2-Y_2O_3$ ,  $CeO_2-Gd_2O_3$ ,  $BaO-CeO_2-ZrO_2-Y_2O_3$  которые обладают высокой кислород-ионной и протонной проводимостью при сравнительно низких (550-700 °С) температурах и могут использоваться в качестве твердого электролита среднетемпературных ТОТЭ. При этом снижение рабочей температуры ТОТЭ составляет 300-400 °С. Следует отметить, что тонкопленочные электролиты системы  $CeO_2-Y_2O_3$  могут дополнительно использоваться в газовых сенсорах на кислород.

Достоверность полученных результатов обеспечена использованием взаимно дополняющих друг друга методов исследования, в том числе растровой электронной микроскопии, сканирующей зондовой микроскопии, рентгенофазового анализа, совмещенного ДСК-ТГА анализа. Ряд исследований выполнен на оборудовании авторитетных научных организаций.

Полученные результаты исследований обсуждались на 11-ти российских и международных конференциях, были опубликованы в 5-ти рецензируемых журналах.

Автореферат написан доступным научным языком, содержит значительный объем иллюстративного материала, позволяющего судить о работе, в целом.

**Диссертация выполнена квалифицированно и соответствует требованиям ВАК по специальности 02.00.04 (Физическая химия), а Симоненко Татьяна Леонидовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук.**

Начальник лаборатории, к.т.н.

Улин Игорь Всеволодович

Научный сотрудник, к.т.н.

Марков Михаил Александрович

Подписи Улина И.В. и Маркова М.А. заверяю

Ученый секретарь института  
НИЦ «Курчатовский институт»  
- ЦНИИ КМ «Прометей», к.т.н.

24.09.18 г.



Фармаковский Борис Владимирович