

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Халиуллиной Адели Шамильевны на тему: «Особенности переноса заряда в керамических и пленочных материалах на основе цирконатов стронция и кальция», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.05 – электрохимия

Диссертация Халиуллиной Адели Шамильевны посвящена исследованию транспортных свойств массивных и пленочных мембран на основе цирконатов стронция и кальция, а также оптимизации химического растворного метода получения пленочных твердооксидных электролитов.

Протонные твердооксидные электролиты в настоящее время являются объектами активного изучения, так как благодаря достаточно высокой проводимости при температурах 500-600 °С, их применение в твердооксидных топливных элементах (ТОТЭ) в качестве мембран позволяет переместить рабочую температуру устройств из высокотемпературной в среднетемпературную область. Применение пленочных электролитов с целью снижения внутренних потерь и повышения эффективности ТОТЭ также является важной задачей. В этой связи, актуальность диссертационной работы не вызывает сомнений.

В работе установлены оптимальные характеристики растворов для получения плотных пленок цирконатов кальция и стронция, показано влияние взаимодействия с подложкой на электропроводность пленок цирконатов кальция и стронция, изучено влияние нестехиометрии по стронцию и допирования иттрием на транспортные свойства цирконата стронция, установлено, что числа переноса ионов в массивной и пленочной мембранах на основе цирконата стронция в режиме работы топливного элемента близки к единице, предложен способ определения проводимости твердооксидного электролита в зависимости от парциального давления кислорода на основе модели образования заряженных дефектов и экспериментальных данных по средним числам переноса и проводимости мембраны в условиях воздух/аргон и воздух/водород. Полученные в работе результаты обладают новизной, теоретической и практической значимостью.

Представляемый к защите материал прошел достаточную апробацию, о чем свидетельствует список публикаций автора, включающий 7 статей, опубликованных в рецензируемых научных журналах. Комплексный подход и использование широкого спектра современных методов исследования позволяет считать полученные результаты достоверными и надежными.

При ознакомлении с авторефератом диссертации возникли следующие вопросы и замечания:

1. Насколько общими являются установленные закономерности формирования пленок цирконатов кальция и стронция при

- получении растворным методом, применимы ли они к другим оксидным электролитам?
2. При обсуждении результатов импедансной спектроскопии следует указать, при каких потенциалах и в каком частотном диапазоне снимали спектры импеданса, привести их пример как на годографе, так и на диаграммах Боде, привести эквивалентные схемы, на основе которых определяли характеристики электрохимических ячеек.
  3. Проводились ли долгосрочные испытания работающих макетов ТЭ?
  4. На рис. 13 необходимо уточнить стрелками отношения кривых к разным осям, а также уточнить обозначения кривых на рис. 13а.

Указанные замечания не ставят под сомнение выводы и не снижают общего хорошего впечатления о выполненном исследовании. Диссертация Халиуллиной А.Ш. представляет собой завершённое научное исследование по актуальной тематике, выполненное на высоком научном уровне. Считаю, что диссертационная работа отвечает требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 с изменениями от 21.04.2016 №335, а ее автор, Халиуллина Аделя Шамильевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.05 – Электрохимия.

**Контактные данные:**


К.х.н., с.н.с., Клюев Алексей Леонидович, лаборатория Электрокатализа,

Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН.

Почтовый адрес: г. Москва, Ленинский проспект, д. 31, к.4.

Тел.: +7 (985) 955-40-23

E-mail: [alexey.klyuev@phyche.ac.ru](mailto:alexey.klyuev@phyche.ac.ru)

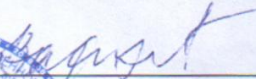
 /Клюев А.Л. /

Подпись  удостоверяю.

Ученый секретарь Институт физической химии и электрохимии им.

А.Н. Фрумкина РАН



 /Варшавская И.Г. /

«02» сентября 2020 г.