

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.100.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело N _____

решение диссертационного совета от 13.02.2017, протокол №1

О присуждении Агаркову Дмитрию Александровичу, гражданину России, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Изучение взаимосвязи микроструктуры и процессов переноса заряда в композиционных электродах ТОТЭ планарной геометрии» по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния принята к защите 21.11.2016, протокол № 13, диссертационным советом Д 002.100.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики твердого тела Российской академии наук, 142432, г. Черноголовка, Московская область, ул. Академика Осипьяна, д. 2, приказ Минобрнауки от 1.04.2014 № 173/нк.

Соискатель, Агарков Дмитрий Александрович 1991 года рождения, в 2013 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)», окончил очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики твердого тела Российской академии наук в 2016 году, работает младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт физики твердого тела Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории спектроскопии дефектных структур Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики твердого тела Российской академии наук.

Научный руководитель - доктор физико-математических наук Бредихин Сергей Иванович, заведующий лабораторией спектроскопии дефектных структур, заместитель директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики твердого тела Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

Компан Михаил Евгеньевич, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, ведущий научный сотрудник лаборатории оптики полупроводников;

Гиппиус Андрей Андреевич, доктор физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», профессор Физического факультета дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химической физики Российской академии наук, г. Черноголовка, в своем положительном заключении, подписанном Лысковым Николаем Викторовичем, кандидатом химических наук, руководителем группы электрохимии межфазных процессов комплекса лабораторий ионики твердого тела Отдела функциональных неорганических материалов ИПХФ РАН, а также Добровольским Юрием Анатольевичем, доктором химических наук, профессором, заведующим комплексом лабораторий ионики твердого тела Отдела функциональных неорганических материалов ИПХФ РАН, указала, что диссертационная работа Дмитрия Александровича Агаркова имеет «важную практическую направленность в области разработки перспективных энергосистем на основе ТОТЭ для водородной энергетики..., содержит решение важных экспериментальных задач в области создания высокоэффективных твердооксидных топливных элементов...» и «соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК России к кандидатским диссертациям, а ее автор, безусловно, заслуживает присуждения степени кандидата физико-

математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния».

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 5 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях общим объемом 5.2 печатных листов.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. I.N. Burmistrov, D.A. Agarkov, S.I. Bredikhin, Yu.K. Nepochatov, O.V. Tiunova, O.Yu.Zadorozhnaya Multilayered electrolyte-supported SOFC based on NEVZ-Ceramics membrane. ECS Transactions 57, 917-923 (2013)
2. I.N. Burmistrov, D.A. Agarkov, I.I. Tartakovskii, V.V. Kharton, S.I. Bredikhin Performance optimization of cermet SOFC anodes: an evaluation of nanostructured Ni. ECS Transactions 68(1), 1265-1274 (2015)
3. D.A. Agarkov, I.N. Burmistrov, F.M. Tsybrov, I.I. Tartakovskii, V.V. Kharton, S.I. Bredikhin, V.V. Kveder Analysis of interfacial processes at the SOFC electrodes by in-situ Raman spectroscopy. ECS Transactions 68(1), 2093-2103 (2015)
4. I.N. Burmistrov, D.A. Agarkov, F.M. Tsybrov, S.I. Bredikhin Preparation of membrane-electrode assemblies of solid oxide fuel cells by co-sintering of electrodes. Russian Journal of Electrochemistry 52(7), 669-677 (2016)
5. D.A. Agarkov, I.N. Burmistrov, F.M. Tsybrov, I.I. Tartakovskii, V.V. Kharton, S.I. Bredikhin Kinetics of NiO reduction and morphological changes in composite anodes of solid oxide fuel cells: estimate using Raman scattering technique. Russian Journal of Electrochemistry. 52(7), 600-605 (2016)

Основные результаты были получены соискателем лично, либо при его непосредственном участии.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Н.Н. Коваль (д.т.н., профессор, зав. лабораторией плазменной эмиссионной электроники) и А.А. Соловьев (к.т.н., зав. лабораторией прикладной электроники), ФГБУН Институт сильноточной электроники СО РАН. Отзыв положительный, замечание: «Одной из задач работы является минимизация полного внутреннего сопротивления мембранно-электродных блоков ТОТЭ, однако в автореферате данных об измерениях этого сопротивления не приводится».
2. А.Э. Голодницкий (к.т.н., руководитель проектов), ООО «ИнЭнерджи». Положительный отзыв без замечаний.

3. Е.Е. Ломонова (д.т.н., зав. лабораторией «Фианит», ФГБУН Институт общей физики РАН. Положительный отзыв без замечаний.
4. А.К. Иванова-Шиц (д. хим. наук, профессор, ведущий научный сотрудник), ФГУ «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника»» РАН. Положительный отзыв со следующим вопросом: «Насколько воспроизводимы экспериментальные результаты при сканировании поверхности», который недостаточно подробно освещен в автореферате.
5. В.Т. Бублик (д-р физ.-мат. наук, профессор), НИТУ «МИСиС». Положительный отзыв без замечаний.
6. М.В. Патракеев (д.х.н., г.н.с. лаборатории оксидных систем), ФГБУН «Институт химии твердого тела УрО РАН. Положительный отзыв со следующими вопросами и замечаниями:
«Что такое плоская зависимость КПД от мощности?
Пункт 3 в разделе «научная новизна» состоит в констатации совпадения экспериментальной и модельной зависимостей. Следовало бы раскрыть физический смысл обнаруженного совпадения.
На стр. 21-23 в качестве выводов приведены формулировки задач работы, стр. 3, с небольшими изменениями. В данном разделе должны быть приведены основные результаты решениях этих задач»
7. С.И. Свиридов (д.х.н., в.н.с. лаборатории кремнийорганических соединений и материалов), ИХС им. И.В. Гребенщикова РАН. Положительный отзыв со следующими вопросами и замечаниями:
«Из автореферата не совсем понятно, какими методами оценивались пористость функциональных и токосъемных катодных и анодных слоев?
Что значит мелкая / не мелкая магистральная пористость? «Магистральная пористость» - это открытая, сквозная или какая-либо другая пористость?
Какова механическая прочность токосъемных слоев и не происходит ли скалывания или их разрушения из-за высокой пористости?»
8. А.Ф. Емельянов (д.т.н., профессор, заместитель главного технолога), ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина». Положительный отзыв со следующим

замечанием: «К сожалению, в автореферате не приводится описание выполнения измерений вольтамперных и мощностных характеристик ТОТЭ».

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются высококвалифицированными специалистами в области физической химии, электрохимии, высокотемпературных электрохимических устройств, а также в области спектроскопии комбинационного рассеяния света. Выбор ведущей организации обусловлен тем, что ИПХФ РАН является одним из крупнейших центров, который известен в научном сообществе своими экспериментальными и теоретическими исследованиями электрохимических устройств, в том числе на базе топливных элементов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая комбинированная экспериментальная in-situ методика, объединяющая возможности традиционных электрохимических методов исследования (измерение вольт-амперных и мощностных характеристик, исследование годографов импедансных спектров) с возможностями спектроскопии комбинационного рассеяния света; данная методика позволяет проводить прямые исследования химических превращений и механизмов протекания процессов прямо в рабочих условиях твердооксидных топливных элементов;

предложена новая геометрия модельных образцов на базе монокристаллических мембран анионного проводника с противоелектродом специальной торообразной формы; геометрия позволяет получать информацию непосредственно с внутренней границы композиционного электрода и мембраны анионного проводника;

проведена минимизация полного внутреннего сопротивления элемента через оптимизацию состава, микроструктуры и режима высокотемпературной обработки многослойных мембран анионного проводника и многослойных электродов мембранно-электродных блоков.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что кинетика восстановления оксида никеля в условиях топливной

камеры ТОТЭ хорошо описывается моделью Аврами; показано, что коэффициент Аврами, отвечающий за кинетику протекания процесса совпадает в исследованиях, проведенных методами спектроскопии комбинационного рассеяния света и термогравиметрического анализа в широком диапазоне рабочей температуры.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана технология изготовления мембранно-электродных блоков ТОТЭ методами совместного спекания электродов, отдельного спекания при пониженных температурах и совместного спекания при повышенных температурах.

В результате оптимизации полного внутреннего сопротивления

получены плоские образцы с плотностью снимаемой мощности при рабочей температуре 850 °С на рабочем напряжении 0.7 В на уровне 380 мВт/см²;

определены перспективы практического использования результатов диссертации при создании высокоэффективных генераторов электрической и тепловой энергии на базе технологии твердооксидных топливных элементов;

полученные модельные представления позволяют провести минимизацию поляризационной части полного внутреннего сопротивления мембранно-электродных блоков ТОТЭ, что повышает эксплуатационные характеристики высокоэффективных генераторов на базе технологии твердооксидных топливных элементов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты получены на сертифицированном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследования на ряде образцов;

теоретические представления согласуются с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, в тех случаях, когда такое сравнение является обоснованным;

использованы современные методики получения экспериментальных

данных и современные методы их обработки и анализа.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии соискателя в проведении научных экспериментов, личном участии в апробации результатов исследования, разработке новой экспериментальной методики, обработке и интерпретации экспериментальных данных, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертация Агаркова Д.А. является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей важное значение для развития высокотемпературной электрохимии, а также изложены новые научно обоснованные технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для высокоэффективной энергетики, и отвечает всем критериям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям.

На заседании 13.02.2017 диссертационный совет принял решение присудить Агаркову Д.А. ученую степень кандидата физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **22** человек, из них **22** доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из **25** человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - **22**, против - **0**, недействительных бюллетеней - **0**.

Председатель диссертационного совета
д-р физ.-мат. наук, чл.-корр. РАН

Кведер Виталий Владимирович

Ученый секретарь диссертационного совета
д-р физ.-мат. наук

Зверев Владимир Николаевич

20.02.2017

