

РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 02.01.01
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

от 15 октября 2020 г. № 16

о присуждении **Тропину Евгению Сергеевичу**, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация **«Кинетика взаимодействия кислорода газовой фазы с оксидами на основе никелитов лантана и празеодима»** по специальности **02.00.04 – Физическая химия** принята к защите диссертационным советом УрФУ 02.01.01 03 сентября 2020 г. протокол № 12.

Соискатель, **Тропин Евгений Сергеевич**, 1990 года рождения, в 2013 году окончил ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 020100 Химия; в 2018 году окончил очную аспирантуру ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук по направлению подготовки 18.06.01 – Химическая технология (Технология электрохимических процессов и защита от коррозии); был прикреплен в качестве экстерна к ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН по направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки (Физическая химия) с 03.02.2020 по 30.06.2020.

Работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории твердооксидных топливных элементов ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории твердооксидных топливных элементов ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии

Уральского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор химических наук, доцент **Ананьев Максим Васильевич**, Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное объединение «Электрохимические технологии», г. Екатеринбург, директор.

Официальные оппоненты:

Пийр Ирина Вадимовна, доктор химических наук, доцент, ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» – обособленное подразделение Институт химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар), лаборатория керамического материаловедения, главный научный сотрудник,

Чарикова Татьяна Борисовна, доктор физико–математических наук, ФГБУН Институт физики металлов имени М. Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург), лаборатория полупроводников и полуметаллов, главный научный сотрудник,

Марков Алексей Александрович, кандидат химических наук, ФГБУН Институт химии твердого тела УрО РАН (г. Екатеринбург), лаборатория оксидных систем, старший научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 9 работ, из них 4 статьи, опубликованных в рецензируемых научных изданиях и входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования. Общий объем по теме диссертации 3,62 п.л. / 0,655 п.л. – авторский вклад.

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК и Аттестационным советом УрФУ:

1. Oxygen isotope exchange in $\text{La}_2\text{NiO}_{4\pm\delta}$ / M. V. Ananyev, **E. S. Tropin**, V. A. Eremin, A. S. Farlenkov, A. S. Smirnov, A. A. Kolchugin, N. M. Porotnoova, A. V. Khodimchuk, A. V. Berenov, E. Kh. Kurumchin // Physical Chemistry Chemical Physics. – 2016. – V. 18. – P. 9102–9111. (0,56 п.л./0,056 п.л.) WoS, Scopus

2. Surface defect chemistry and oxygen exchange kinetics in $\text{La}_{2-x}\text{Ca}_x\text{NiO}_{4\pm\delta}$ / **E. S. Tropin**, M. V. Ananyev, A. S. Farlenkov, A. V. Khodimchuk, A. V. Berenov, A. V. Fetisov, V. A. Eremin, A. A. Kolchugin // Journal of Solid State Chemistry. – 2018. – V. 262. – P. 199–213. (0,88 п.л./0,11 п.л.) WoS, Scopus

3. Oxygen isotope exchange in praseodymium nickelate / N. M. Porotnikova, A. V. Khodimchuk, M. V. Ananyev, V. A. Eremin, **E. S. Tropin**, A. S. Farlenkov, E. Yu. Pikalova, A. V. Fetisov // Journal of Solid State Electrochemistry. – 2018. – V. 22. – P. 2115–2126. (0,69 п.л./0,086 п.л.) WoS, Scopus

4. Oxygen surface exchange and diffusion in $\text{Pr}_{1.75}\text{Sr}_{0.25}\text{Ni}_{0.75}\text{Co}_{0.25}\text{O}_{4\pm\delta}$ / **E. S. Tropin**, M. V. Ananyev, N. M. Porotnikova, A. V. Khodimchuk, S. Saher, A. S. Farlenkov, E. Kh. Kurumchin, D. Shepel, E. V. Antipov, S. Ya. Istomin, H. J. M. Bouwmeester // Physical Chemistry Chemical Physics. – 2019. – V. 21. – P. 4779–4790. (0,69 п.л./0,086 п.л.) WoS, Scopus

Патент:

Ананьев, М.В. Патент РФ «Способ определения кинетических параметров, характеризующих процесс обмена кислорода газовой фазы с оксидными материалами» / М.В. Ананьев, **Е.С. Тропин**. – №2598701. – ИВТЭ УрО РАН, Екатеринбург. – Приоритет 20.07.2015. (0,56 п.л./0,28 п.л.)

На автореферат поступили 5 положительных отзывов: от старшего научного сотрудника лаборатории комплексных электрофизических исследований, ФГБУН Институт электрофизики УрО РАН, к.х.н. **Калининой Елены Григорьевны**, г. Екатеринбург; от заведующего отделом функциональных материалов для химических источников энергии, ФГБУН Институт проблем химической физики РАН, к.х.н. **Лыскова Николая**

Викторовича, г. Черноголовка; от научного сотрудника лаборатории химического материаловедения, ФГБУН Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, к.х.н. **Попова Михаила Петровича**, г. Новосибирск; от главного научного сотрудника лаборатории каталитических процессов в топливных элементах, ФГБУН Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, д.х.н. **Собянина Владимира Александровича** и от старшего научного сотрудника лаборатории каталитических процессов в топливных элементах, ФГБУН Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, к.х.н, **Снытникова Павла Валерьевича**, г. Новосибирск; от руководителя центра компетенций НТИ по технологиям новых и мобильных источников энергии, ФГБУН Институт проблем химической физики РАН, д.х.н. **Добровольского Юрия Анатольевича**, г. Черноголовка.

Отзывы содержат следующие критические замечания и вопросы: об обнаружении явления фазового расслоения в недопированном никелите празеодима и об особенностях химического состава и дефектной структуры поверхности оксидов при повышенных температурах (Калинина Е.Г.); о необходимости соблюдения масштаба при схематическом изображении структуры оксидов и о необходимости указания погрешностей измерений методом спектроскопии рассеяния ионов малой энергии (Попов М.П.); о слишком широкой формулировке темы диссертации и о необходимости использовать русские обозначения для ряда рисунков (Собянин В.А, Снытников П.В.); о причинах отсутствия ионов никеля во внешних слоях никелитов лантана и о причинах замедленности адсорбции кислорода на ионах кальция (Добровольский Ю.А.); об изменении кислородной нестехиометрии при допировании никелита празеодима стронцием и кобальтом; об особенностях изменения фазового состава поверхности никелита празеодима при термоциклировании и о причинах повышенного интереса к исследованию оксида $\text{Pr}_{1.75}\text{Sr}_{0.25}\text{Ni}_{0.75}\text{Co}_{0.25}\text{O}_{4+\delta}$ (Лысков Н.В.).

Выбор официальных оппонентов обосновывается компетентностью Пийр И.В., Чариковой Т.Б. и Маркова А.А. в области физической химии

сложнооксидных соединений, в частности, изучения их структурных особенностей, физико-химических и электрохимических свойств, что подтверждается их публикациями в высокорейтинговых научных журналах.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата **химических** наук соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней УрФУ и является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена важная для физической химии задача: установлены закономерности влияния химического состава и дефектной структуры поверхности и объема оксидов на основе никелитов лантана и празеодима на кинетику их взаимодействия с кислородом газовой фазы; предложены критерии выбора наиболее оптимальной модели для описания кинетики обмена оксидов с газообразным кислородом в зависимости от экспериментальных условий.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. **Положения, выносимые на защиту**, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

– Получены зависимости скорости межфазного обмена, диссоциативной адсорбции кислорода, инкорпорирования кислорода, а также зависимости коэффициентов диффузии и обмена кислорода с поверхностью оксидов $\text{La}_{2-x}\text{Ca}_x\text{NiO}_{4+\delta}$ ($x = 0; 0.1; 0.3$), $\text{Pr}_2\text{NiO}_{4+\delta}$ и $\text{Pr}_{1.75}\text{Sr}_{0.25}\text{Ni}_{0.75}\text{Co}_{0.25}\text{O}_{4+\delta}$.

– Установлено, что стадией, определяющей скорость обмена с кислородом газовой фазы для оксидов $\text{La}_{2-x}\text{Ca}_x\text{NiO}_{4+\delta}$ ($x = 0.1; 0.3$) и $\text{Pr}_{1.75}\text{Sr}_{0.25}\text{Ni}_{0.75}\text{Co}_{0.25}\text{O}_{4+\delta}$, является инкорпорирование кислорода, а для оксида $\text{La}_2\text{NiO}_{4+\delta}$ – диссоциативная адсорбция кислорода. Для оксида $\text{Pr}_2\text{NiO}_{4+\delta}$ установлена смена стадии, определяющей скорость обмена с кислородом газовой фазы при изменении температуры.

– В поликристаллических образцах оксидов $\text{La}_{2-x}\text{Ca}_x\text{NiO}_{4+\delta}$ ($x = 0.1; 0.3$) обнаружено фазовое расслоение на фазы одного структурного типа, но различающиеся параметрами кристаллической структуры и содержанием кислорода.

– Предложен критерий выбора наиболее подходящей модели для описания кинетики обмена оксидов с кислородом газовой фазы, связанный со скоростями трех типов обмена кислорода.

– Выявлено существование двух релаксационных процессов, связанных с диффузией кислорода в объеме оксида $\text{Pr}_{1.75}\text{Sr}_{0.25}\text{Ni}_{0.75}\text{Co}_{0.25}\text{O}_{4+\delta}$ при давлении кислорода 1.0 кПа; соответствующие данным двум релаксационным процессам коэффициенты диффузии кислорода различаются на два порядка величины.

– Установлено отсутствие ионов никеля во внешнем слое поликристаллических образцов $\text{La}_2\text{NiO}_{4+\delta}$ и отсутствие никеля в зарядовом состоянии 3+ в приповерхностных слоях оксидов $\text{La}_{2-x}\text{Ca}_x\text{NiO}_{4+\delta}$ ($x = 0.1; 0.3$).

В работе получены количественные значения скоростей межфазного обмена кислорода и коэффициентов диффузии кислорода, которые могут использоваться в качестве справочных данных при моделировании процессов, происходящих в твердооксидных электрохимических устройствах. Информация об установленных в ходе исследования стадиях процессов, определяющих скорость обмена кислорода газовой фазы с оксидами, позволит целенаправленно влиять на эти стадии, тем самым улучшая электрохимические характеристики электрохимических устройств на основе исследованных оксидов.

На заседании 15 октября 2020 г. диссертационный совет УрФУ 02.01.01 принял решение присудить Тропину Е.С. ученую степень кандидата **химических наук**.

При проведении тайного голосования диссертационный совет

УрФУ 02.01.01 в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета
УрФУ 02.01.01



Сафронов Александр Петрович

Ученый секретарь
диссертационного совета
УрФУ 02.01.01

Кочетова

Кочетова Надежда Александровна

15.10.2020