

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

от 15 октября 2020 г. № 15

о присуждении **Седневу-Луговцу Антону Леонидовичу**, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «**Термодинамическая устойчивость и физико-химические свойства двойных перовскитов $YBaCo_2O_{6-\delta}$ и $NbBaCo_2O_{6-\delta}$** » по специальности **02.00.04 – Физическая химия** принята к защите диссертационным советом УрФУ 02.01.01 03 сентября 2020 г, протокол № 11.

Соискатель, **Седнев-Луговец Антон Леонидович**, 1992 года рождения, в 2016 г. окончил ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 04.04.01 – Химия. В 2020 г. окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки (Физическая химия).

Работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории сквозных технологий в распределенной энергетике ИнЭнерджи ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН (г. Екатеринбург).

Диссертация выполнена на кафедре физической и неорганической химии Института естественных наук и математики ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор химических наук, доцент **Зуев Андрей Юрьевич**, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт естественных наук и математики, кафедра физической и неорганической химии, профессор.

Официальные оппоненты:

Галахов Вадим Ростиславович, доктор физико-математических наук, ФГБУН Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН (г. Екатеринбург), лаборатория рентгеновской спектроскопии, главный научный сотрудник;

Кузнецов Михаил Владимирович, доктор химических наук, ФГБУН Институт химии твердого тела УрО РАН (г. Екатеринбург), директор;

Быков Андрей Семенович, кандидат химических наук, ФГБУН Институт металлургии УрО РАН (г. Екатеринбург), лаборатория физической химии металлургических расплавов, старший научный сотрудник;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 15 работ, из них 6 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях и входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации 3.895 п.л. / 0.934 п.л. – авторский вклад

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

1. Redox energetics and enthalpy increments of $\text{GdBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ / D.S. Tsvetkov, A.L. Sednev-Lugovets, V.V. Sereda, D.A. Malyshkin, I.L. Ivanov, A.Yu. Zuev // *Thermochimica Acta.* – 2020. – Vol. 686. – P. 178562. (0.38 п.л. / 0.06 п.л.) Scopus.
2. Double perovskites $\text{REBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ (RE=La, Pr, Nd, Eu, Gd, Y; M=Fe, Mn) as energy-related materials: an overview / D.S. Tsvetkov, I.L. Ivanov., D.A. Malyshkin; A.L. Sednev-Lugovets; V.V. Sereda, A.Yu. Zuev // *Pure Applied Chemistry* – 2019. – Vol. 91. – № 6. – P. 923-940. (1.13 п.л. / 0.188 п.л.) Scopus, Web of Science.

3. Enthalpy increments and redox thermodynamics of $\text{SrFeO}_{3-\delta}$ / V.V. Sereda, **A.L. Sednev**, D.S. Tsvetkov, A.Yu. Zuev // Journal of Materials Research. – 2019. – P. 1-8. (0.5 п.л. / 0.125 п.л.) Scopus, Web of Science.
4. Thermodynamics of $\text{Sr}_2\text{NiMoO}_6$ and $\text{Sr}_2\text{CoMoO}_6$ and their stability under reducing conditions / V.V. Sereda, D.S. Tsvetkov, **A.L. Sednev**, A.I. Druzhinina, D.A. Malyshkin, A.Yu. Zuev // Physical Chemistry Chemical Physics. – 2018. – Vol. 20. – № 30. – P. 20108-20116. (0.562 п.л. / 0.09 п.л.) Scopus, Web of Science.
5. Oxygen Content and Thermodynamic Stability of $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ Double Perovskite / **A.L. Sednev**, A.Y. Zuev, D.S. Tsvetkov // Advances in Materials Science and Engineering – 2018. – Vol. 2018. – P. 1205708. (0.375 п.л. / 0.125 п.л.) Web of Science.
6. Study and optimization of the synthesis routine of the single phase $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ double perovskite / **A.L. Sednev**, D.S. Tsvetkov // Chimica Techno Acta. – 2017. – Vol. 4. – № 3. – P. 183-190. (0.438 п.л. / 0.219 п.л.) Chemical Abstracts, Scopus

На автореферат поступил один положительный отзыв от заведующего лабораторией Ионики твердого тела ФГБУН Институт химии твердого тела УрО РАН, к.х.н., старшего научного сотрудника **Сунцова Алексея Юрьевича**, г. Екатеринбург. Отзыв содержит следующие критические замечания и вопросы: о причинах расхождения результатов разных методов при определении границы устойчивости гольмий-содержащего кобальтита бария; об относительной плотности исследуемых образцов, подготовленных для измерения электропроводности; о природе доминирующих носителей заряда в соединениях $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ и $\text{HoBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$.

Выбор официальных оппонентов обосновывается компетентностью Кузнецова М.В., Галахова В.Р. и Быкова А.С. в области физической химии сложнооксидных соединений и изучения структурных особенностей, физико-химических, электрохимических и термодинамических свойств твердых тел, 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 в УрФУ и является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная задача касающаяся взаимосвязи физико-химических свойств с дефектной структурой соединений $\text{R}\text{BaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ ($\text{R} = \text{Y}$, Ho), а также определения термодинамических свойств и интервалов термодинамической стабильности данных соединений, что имеет важное значение для развития химии дефектов оксидных соединений, материаловедения, физической химии и химии твердого тела.

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:

– Проведено систематическое исследование процесса синтеза двойных перовскитов $\text{Ho}\text{BaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ и $\text{Y}\text{BaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$. Установлено, что ключевую роль в процессах фазообразования играет термодинамическая стабильность кобальтита редкоземельного элемента (R) – RCoO_3 .

– Определены границы термодинамической устойчивости двойных перовскитов $\text{Y}\text{BaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ и $\text{Ho}\text{BaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ ($850 < T, \text{ } ^\circ\text{C} < 1050^\circ\text{C}$ и $-4.5 < \log(p\text{O}_2, \text{ атм}) < -0.3$), установлены химические реакции, протекающие на границах устойчивости. Показано, что по отношению к восстановлению сложный оксид $\text{Ho}\text{BaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ является более устойчивым, чем его иттрий-содержащий аналог, а разложение Y- и Ho-содержащих двойных перовскитов на данной границе устойчивости происходит по различным реакциям.

– Получены равновесные $p\text{O}_2 - T - \delta$ диаграммы для двойных перовскитов $\text{Ho}\text{BaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ и $\text{Y}\text{BaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ в области их термодинамической устойчивости, определено абсолютное содержание кислорода на воздухе (5.35 и 5.33, соответственно). Проведен модельный анализ дефектной структуры,

установлено, что модель, учитывающая отсутствие электронных дырок (Co^{+4}) в изученных двойных перовскитах, наиболее полно описывает экспериментальные данные.

– Получены зависимости парциальной мольной энтальпии кислорода от кислородной нестехиометрии для $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ и $\text{HoBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$. Установлено, что перегиб на полученных зависимостях в точке $\delta = 1.0$ связан с изменениями дефектной структуры двойных перовскитов.

– В области термодинамической стабильности $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ и $\text{HoBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ определены зависимости общей электропроводности от парциального давления кислорода и температуры, значения электропроводности изменяются в диапазонах 92.5–105.8 См/см и 117.5–144 См/см, соответственно, что предполагает возможность успешного применения данных материалов в качестве функциональных при создании ТОТЭ.

– Определены приращения энтальпии образцов $\text{YBaCo}_2\text{O}_{5.0}$, $\text{YBaCo}_2\text{O}_{5.33}$, рассчитана средняя энтальпия окисления $\text{YBaCo}_2\text{O}_{5.0}$ при комнатной температуре (-83 ± 18 кДж/моль). Установлена зависимость изобарной теплоемкости $\text{YBaCo}_2\text{O}_{5.0}$ от температуры в интервале термодинамической устойчивости фазы.

Полученные в диссертации результаты имеют как практическое, так и теоретическое значение. Информация о интервалах устойчивости кобальтитов $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ и $\text{HoBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$, а также о зависимости их электропроводности от внешних параметров ($p\text{O}_2$ и T) является ключевой для создания эффективных катодов для твердооксидных топливных элементов на их основе. Пределы термодинамической устойчивости $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ и $\text{HoBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$, равновесные $p\text{O}_2 - T - \delta$ диаграммы, зависимости инкрементов энтальпии и теплоемкости от температуры являются фундаментальными справочными данными, а результаты теоретического модельного анализа дефектной структуры данных соединений являются фундаментальным вкладом в развитие химии дефектов оксидных материалов.

На заседании 15 октября 2020 г. диссертационный совет УрФУ 02.01.01 принял решение присудить Седневу-Луговцу А.Л. ученую степень кандидата химических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет УрФУ 02.01.01 в количестве 17 человек, из них в удаленном интерактивном режиме – 3 человека, из них 5 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за –16, против – 1, воздержались – нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета
УрФУ 02. 01.01



Сафронов
Александр Петрович

Ученый секретарь
диссертационного совета
УрФУ 02.01.01.

Кочетова
Надежда Александровна

15.10.2020