

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 1.4.01.01
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

от «9» ноября 2023 г. № 21

о присуждении **Роженцеву Данилу Александровичу**, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Температурные условия получения нанопористых металлов из сплавов Fe-Mn и Pd-In электрохимическим деаллоингом в хлоридных расплавах» по специальности **1.4.4. Физическая химия** принята к защите диссертационным советом УрФУ 1.4.01.01 «25» сентября 2023 г. протокол № 18.

Соискатель, Роженцев Данил Александрович, 1994 года рождения, в 2018 году окончил ФGAOY BO «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия; в 2022 году окончил очную аспирантуру ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (Физическая химия); работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории расплавленных солей ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН.

Диссертация выполнена в лаборатории расплавленных солей ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН.

Научный руководитель – доктор химических, **Ткачев Николай Константинович**, ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, лаборатория расплавленных солей, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Винник Денис Александрович – доктор химических наук, доцент, профессор РАН, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет» (г. Челябинск), кафедра «Материаловедение и физико-химия материалов», заведующий;

Жевненко Сергей Николаевич – доктор физико-математических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего

образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (г. Москва), кафедра физической химии, профессор;

Половов Илья Борисович – кандидат химических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (г. Екатеринбург), кафедра редких металлов и наноматериалов, доцент дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 17 работ, из них 6 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 4,92 п.л., авторский вклад – 1,82 п.л.

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

1. Роженцев Д. А. Получение ультрапористого железа посредством электрохимического деаллоинга ферромарганца в расплавленной эквимольной смеси хлоридов натрия и калия / Д. А. Роженцев, О. А. Тропин, Д. С. Ренев, Н. К. Ткачев, В. И. Жучков, О. В. Заякин // Расплавы. – 2021. – № 4. – С. 365–375. (0,69 п.л./0,2 п.л.).
2. **Rozhentsev D.** Communication–High-temperature electrochemical synthesis of nanoporous iron by dealloying of ferromanganese in a LiCl-KCl eutectic / **D. Rozhentsev**, N. Tkachev // Journal of The Electrochemical Society. – 2021. – V. 168. – № 6. – 061504. (0,25 п.л./ 0,14 п.л.) (WoS, Scopus).
3. **Rozhentsev D. A.** Synthesis of a Pd₂In–Pd₃In bi-continuous nanoporous structure by electrochemical dealloying in molten salts / **D. A. Rozhentsev**, N. I. Shurov, N. K. Tkachev // Dalton Transactions. – 2021. – V. 50. – № 45. – P. 16720–16725. (0,38 п.л./0,15 п.л.) (WoS, Scopus).
4. **Роженцев Д. А.** Температурные условия получения взаимно-непрерывной структуры нано-пористого железа при электрохимическом деаллоинге ферромарганца в расплавленных солях / **Д. А.Роженцев**, Н. К. Ткачев // Расплавы. – 2022. – № 5. – С. 511–520. (0,63 п.л./0,35 п.л.).

5. **Rozhentsev D. A.** Features of oxidation of nanoporous iron obtained by ferromanganese dealloying in molten salts / **D. A. Rozhentsev**, S. V. Pershina, S. A. Petrova, N. K. Tkachev // *Russian Journal of General Chemistry*. – 2023. – V. 93. – № 4. – P. 886–891. (0,38 п.л./0,12 п.л.) (WoS, Scopus).

6. **Rozhentsev D. A.** Potentiostatic dealloying of PdIn in molten LiCl–KCl eutectic / **D.A. Rozhentsev**, N. I. Shurov, N. K. Tkachev // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2023. – V. 48. – № 59. – P. 22513–22521. (0,56 п.л./0,2 п.л.) (WoS, Scopus).

На автореферат поступило 4 положительных отзыва от:

1. **Кузнецова Сергея Александровича**, доктора химических наук, профессора, заведующего лабораторией высокотемпературной химии и электрохимии Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева ФИЦ КНЦ РАН (г. Апатиты). Отзыв содержит замечание, касающееся недостаточного сопровождения электрохимическими исследованиями процессов деаллоинга. А также вопрос о влиянии перестройки кристаллической структуры на морфологию пористых металлов.

2. **Кушхова Хасби Биляловича**, доктора химических наук, профессора, заведующего кафедрой физической химии Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (г. Нальчик). Отзыв содержит замечание, касающееся использования поляризационных кривых с более точным указанием потенциалов выделения компонентов железа и марганца в зависимости от состава. А также вопросы, касающиеся анодного разложения интерметаллидов при потенциале выделения индия, влияния энергетики фазообразования в случае растворения интерметаллида, оценки шероховатости поверхности пористых металлов.

3. **Козадерова Олега Александровича**, доктора химических наук, доцента, заведующего кафедрой физической химии ФГБОУ ВО «Воронежский

государственный университет» (г. Воронеж). Отзыв содержит замечание, касающееся оценки заряда, необходимого для достижения критического состояния сплава, а также исследования кинетических закономерностей образования собственной фазы электроположительного компонента или интерметаллида на его основе при высокотемпературном селективном растворении.

4. **Шуняева Константина Юрьевича**, доктора химических наук, профессора, руководителя отдела физической химии, главного научного сотрудника Института металлургии УрО РАН (г. Екатеринбург). Отзыв содержит вопрос, касающийся перспектив уменьшения пор, а также замечание, касающееся неясности образования фазы α -Pd₂In в потенциостатическом режиме.

Выбор официальных оппонентов обосновывается компетентностью Винник Д.А., Жевненко С.Н., Половова И.Б. в области физической химии, а именно их научными достижениями при изучении синтеза пористых металлов, а также высокотемпературных исследований металлов, наличием публикаций в ведущих рецензируемых изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени **кандидата химических наук** является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, в которой содержится решение физико-химической задачи по установлению температурных и электрохимических условий синтеза нано- и микропористых железа и палладия-индия при электрохимическом селективном анодном растворении сплавов Fe-Mn и Pd-In, имеющей значение для развития различных областей науки.

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 разнообразные структуры пористого железа в процессе электрохимического деаллоинга ферромарганца в расплавленных хлоридах щелочных металлов при температурах 400–700°C. Подобраны температурные условия получения нанопористого железа с би-непрерывной структурой.

– высокотемпературным деаллоингом интерметаллида PdIn в эвтектике LiCl-KCl при варьировании условий проведения процесса получено интерметаллическое соединение Pd₂In с различной морфологией, а также сформированы би-непрерывные нанопористые структуры, состоящие из интерметаллических соединений Pd₂In-Pd₃In.

– выявлена возможность управления размерами пор формирующихся структур при изменении температуры процесса. Доказано, что нанопористые структуры при деаллоинге сплавов образуются вблизи температуры рекристаллизации железа и палладия (400–450°C) в расплавленных солях. При более высоких температурах (600–700°C) проявляются эффекты спекания, укрупнения пор и лигаментов до микронного размера. При повышении температуры до 700°C образуются материалы с закрытой пористостью.

– обнаружена каталитическая активность образцов nano- и микропористого железа в гетерогенной реакции Фентона, а также нанопористых интерметаллидов Pd₂In-Pd₃In – в реакции полимеризации альфа-пинена.

Практическая значимость диссертации заключается в том, что предложена методика получения нанопористых металлов посредством электрохимического деаллоинга в потенцио- и гальваностатическом режиме в расплавленных солях. Нанопористое железо рассматривается как перспективный материал для изготовления биоразлагаемых имплантов. В ходе исследования были получены nano- и микропористые разновидности слоя железа на поверхности

ферромарганца, которые могут быть дальше использованы для медицинских целей.

Полученные данные о влиянии температуры, состава прекурсора, продолжительности электрохимического селективного анодного растворения, начальной силы тока на конечную пористую структуру вносят вклад в развитие теории высокотемпературного селективного анодного растворения в хлоридных расплавах.

На заседании 9 ноября 2023 г. диссертационный совет УрФУ 1.4.01.01 принял решение присудить **Роженцеву Д.А.** ученую степень кандидата **химических наук**.

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 1.4.01.01 в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета
УрФУ 1.4.01.01

Черепанов Владимир Александрович

Ученый секретарь
диссертационного совета
УрФУ 1.4.01.01

Аксенова Татьяна Владимировна

09.11.2023