

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 004.002.01 НА БАЗЕ

ФГБУН Института высокотемпературной электрохимии УрО РАН

ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 20 февраля 2019 г., № 1

О присуждении Сулейманову Сагиму Икрамовичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Высоковольтные эффекты в индивидуальных и смешанных расплавленных хлоридах Mg, Zn, La, Ce, Nd» по специальности 02.00.04 – «Физическая химия» принята к защите 03 декабря 2018 г., протокол № 7, диссертационным советом Д 004.002.01, созданным на базе ФГБУН Института высокотемпературной электрохимии Уральского отделения РАН, 620990, г. Екатеринбург, ул. Академическая, 20; приказ № 105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Сулейманов Сагим Икрамович 1986 года рождения, в 2008 году окончил ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет» (ДГУ); в 2011 г. окончил аспирантуру там же; работает преподавателем на кафедре физической и органической химии ДГУ.

Диссертация выполнена на кафедре физической и органической химии ДГУ.

Научный руководитель – Шабанов Осман Мехтиевич, доктор химических наук, профессор кафедры физической и органической химии ДГУ.

**Официальные оппоненты:**

**Кушхов Хасби Билялович**, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой неорганической и физической химии Кабардино-Балкарского государственного университета имени Х.М. Бербекова

**Редькин Александр Александрович**, кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории электродных процессов Института высокотемпературной электрохимии УрО РАН *дали положительные отзывы на диссертацию.*

**Ведущая организация** Институт физики им. Х.И. Амирханова Дагестанского научного центра Российской академии наук, г. Махачкала, в своём положительном отзыве, подписанном заместителем директора по науке доктором физико-математических наук Каллаевым Сулейманом Нурулисламовичем и главным научным сотрудником

лаборатории оптических явлений в конденсированных средах доктором физико-математических наук Алиевым Амилем Ризвановичем, указала, что полученные в диссертационной работе результаты могут служить новым вкладом в физическую химию ионных расплавов и научной основой интенсификации технологий электрохимического получения и разделения редкоземельных металлов.

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, в том числе 15 работ по теме диссертации, из них - **3 статьи** в рекомендованных ВАК научных изданиях опубликовано.

#### **Наиболее значимые научные работы:**

1. Шабанов, О.М. Эффект Вина в расплавленном хлориде магния / О.М. Шабанов, С.М. Гаджиев, А.А. Искакова, Р.Т. Качаев, А.О. Магомедова, **С.И. Сулейманов** // Электрохимия. – 2011. – Т. 47, № 2. – С. 235-239. (Доля авторского вклада 15 %).

2. Шабанов, О.М. Структура и электропроводность расплавленного хлорида цинка в равновесном и сильно неравновесном состояниях / О.М. Шабанов, **С.И. Сулейманов**, Р.Т. Качаев // Расплавы. – 2011. – № 6. – С. 40-47. (Доля авторского вклада 40 %).

3. Шабанов, О.М. Высоковольтные явления в расплавленных и твердых электролитах. 2. Активация хлоридных расплавов / О.М. Шабанов, **С.И. Сулейманов**, Л.А. Казиева, А.О. Магомедова // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2014. – Т. 57, Вып. 10. – С. 52-56. (Доля авторского вклада 40 %).

4. Shabanov, O.M. Intensification of electrochemical properties of the molten chloride electrolytes of the cerium subgroup lanthanides / O.M. Shabanov, **S.I. Suleymanov**, A.O. Magomedova // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2017. – Vol. 168, No. 012006. – P. 1-6. (Доля авторского вклада 45 %).

#### **На автореферат прислали положительные отзывы:**

1. Доктор технических наук **Липкин М.С.**, заведующий кафедрой «Химические технологии» Южно-Российского государственного политехнического университета, г. Новочеркасск. Сделаны замечания:

- При изложении содержания не выделено, что относится к 3-й и 4-й главам.
- Не прокомментирован ход экспериментальной и расчетной кривых на рис. 29.

2. Доктор химических наук *Трифонов К.И.*, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности, экологии и химии Ковровской государственной технологической академии им. В.А. Дегтярева:

- Почему комплексных ионов в смесях больше, чем в индивидуальных расплавах?

3. Доктор химических наук *Кондратюк И.М.*, профессор кафедры общей и неорганической химии Самарского государственного технического университета:

- Не приведены диаграммы состояния изучаемых двухкомпонентных систем.

4. Кандидат химических наук *Лукьянова М.Б.*, научный сотрудник лаборатории специального органического синтеза НИИ физической и органической химии Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону:

- «Выводы» на с.22 следовало бы озаглавить «Основные результаты и выводы».

5. Кандидат химических наук *Бузько В.Ю.*, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий Кубанского государственного университета, г. Краснодар:

- Нет сведений о том, как сушили и хранили гигроскопичные соли.

6. Доктор физико-математических наук *Алчагиров Б.Б.*, профессор кафедры теоретической и экспериментальной физики Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова, г.Нальчик:

- Какой из двух эффектов Вина влияет больше на электропроводность?

- Какова длительность релаксации: «десятки минут», «больше 10 минут» - это сколько?

7. Кандидат химических наук *Половов И. Б.*, доцент кафедры редких металлов и наноматериалов Физико-технологического института Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург:

- Почему проводимость  $\text{CeCl}_3$  и  $\text{NdCl}_3$  выше, чем их смесей с  $\text{KCl}$ ?

- Интересно было бы сравнить эквивалентную электропроводность расплавов.

- Каков физический смысл «предельной высоковольтной электропроводности»

- С чем связан значительный сдвиг пика КРС, отнесенного автором к колебаниям связи в комплексе  $\text{MgCl}_4^{2-}$ , при переходе от расплава  $\text{MgCl}_2$  к смеси с  $\text{KCl}$ ?

8. Доктор химических наук *Гусейнов Р.М.*, профессор кафедры химии Дагестанского государственного педагогического университета, г. Махачкала. Без вопросов и замечаний.

**Обоснование выбора официальных оппонентов и ведущей организации.**

Оппоненты являются признанными специалистами в области высокотемпературной электрохимии тугоплавких и редкоземельных металлов (Х.Б. Кушхов), физико-химических свойств расплавленных солей (А.А. Редькин). Основным научным направлением исследований ведущей организации является физика конденсированных сред, включающая в себя изучение равновесных и неравновесных процессов, структуры и молекулярно-релаксационных свойств расплавов.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований**

*разработан* способ активации расплавленных хлоридов магния, цинка, лантана, церия, неодима и их смесей с хлоридом калия, который может быть использован для интенсификации электрохимических процессов при получении металлов в этих средах;

*предложено* объяснение увеличения электропроводности расплавов с ростом напряженности электрического поля снятием релаксационного торможения, вследствие чего увеличивается подвижность носителей заряда (1-й эффект Вина), а также за счет упрощения структурных образований (2-й эффект Вина), приводящего к увеличению концентрации носителей заряда;

*доказано* экспериментально, что электропроводность активированных с помощью высоковольтных импульсных разрядов расплавов может на десятки процентов превосходить значения их электропроводности в равновесном состоянии, а время релаксации составляет 15-20 минут.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

*доказано* усиление диссоциации структурных образований в расплавах под воздействием высоковольтных микросекундных импульсов, о чем свидетельствует практически полное исчезновение характеристических пиков на спектрах комбинационного рассеяния расплавленных хлоридов магния и цинка;

*применительно к проблематике диссертации результативно использован* комплекс современных методов, в том числе экспериментальных методик исследования влияния импульсных электрических полей на электропроводность ионных расплавов (осциллографирование высоковольтных микросекундных импульсных разрядов, высоковольтная импульсная кондуктометрия), метод комбинационного рассеяния света для исследования стимулированной диссоциации структурных образований в ионных

расплавах и метод молекулярной динамики для оценки структурных параметров и электропроводности неравновесных расплавленных солей;

*изложены* полученные с помощью молекулярно-динамического моделирования доказательства структурных изменений в расплавах при переходе в неравновесное состояние под действием высоковольтного разряда – первые координационные радиусы незначительно уменьшаются, вторые максимумы на парциальных функциях радиального распределения практически исчезают, первые координационные числа уменьшаются и с этой тенденцией коррелирует возрастание ионной проводимости;

*изучены* факторы (состав расплава, амплитуды напряжения активирующих импульсов и их число), влияющие на электропроводность, степень активации и динамику релаксации ионных расплавов.

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

*показана возможность* интенсификации электрометаллургических технологий получения металлов с помощью активации расплавов  $MgCl_2$ ,  $ZnCl_2$ ,  $CeCl_3$ ,  $LaCl_3$ ,  $NdCl_3$  и их смесей с  $KCl$  воздействием высоковольтных импульсных разрядов;

*определены* значения амплитуд напряжения (4-10 кВ) и количества активирующих импульсов (8-20), которые позволяют выбрать параметры микросекундных высоковольтных импульсных разрядов для достижения максимальной степени активации каждого из исследованных расплавов.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

*результаты получены* на сертифицированном оборудовании (двухканальный цифровой запоминающий осциллограф АСК-3106, измеритель иммитанса Е7-20, спектрометр ДФС-24) с проведением необходимой калибровки измерительных приборов, что обеспечило достаточную точность и объективность полученных данных;

*идея базируется* на обобщении передового опыта ведущих ученых в области экспериментального исследования поведения расплавленных электролитов в сильных импульсных электрических полях;

*использованы* статистические методы определения погрешностей прямых и косвенных измерений, программное обеспечение Origin 2016 и Microsoft Excel 2013 для обработки массивов экспериментальных данных.

Личный вклад соискателя состоит в анализе литературных данных, планировании и проведении экспериментов, анализе и обработке их результатов, выполнении компьютерного моделирования методом МД и подготовке научных публикаций.

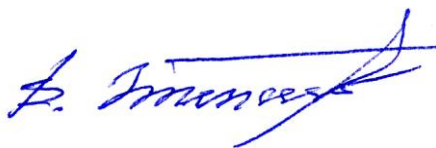
В соответствии с **паспортом специальности 02.00.04 – «Физическая химия»** в работе изучены физико-химические свойства солевых расплавов при воздействии внешних электрических полей.

Диссертация представляет научно-квалификационную работу, в которой решена важная для развития физической химии расплавленных солей задача: экспериментально и с помощью молекулярно-динамического моделирования установлены закономерности изменения электропроводности и структуры индивидуальных расплавленных хлоридов  $MgCl_2$ ,  $ZnCl_2$ ,  $LaCl_3$ ,  $CeCl_3$ ,  $NdCl_3$  и их бинарных смесей с хлоридом калия под влиянием высоковольтных микросекундных электрических импульсов, которые могут быть использованы для интенсификации процессов электрохимического получения металлов в жидкосолевых средах.

На заседании **20 февраля 2019 г.** диссертационный совет принял решение присудить **Сулейманову С.И.** ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **21** человека, из них **8** докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из **26** человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – **17**, «против» – **2**, недействительных бюллетеней – **2**.

Заместитель председателя  
совета



Степанов Виктор Петрович

Ученый секретарь совета



Кулик Нина Павловна

22 февраля 2019 г.

Подписи Степанова В.П. и Кулик Н.П. заверяю  
Ученый секретарь ИВТЭ УрО РАН к.х.н.



А.О. Кодиnceва