

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.05,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА», МИНИСТЕРСТВО  
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 25 июня 2019 г. № 10

О присуждении Королеву Алексею Анатольевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Комплексная переработка свинецсодержащих промпродуктов вакуумной дистилляцией» по специальности 05.16.02 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов принята к защите 22 апреля 2019 г. (протокол заседания № 8) диссертационным советом Д 212.285.05, созданным на базе ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Королев Алексей Анатольевич, 1978 года рождения, в 2000 году окончил ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 110200 Metallургия цветных металлов; прикреплен к ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направлению 22.06.01 – Технологии материалов (Metallургия черных, цветных и редких металлов (предполагаемый срок окончания прикрепления – 31.12.2021 г.); работает в

должности главного инженера в АО «Уралэлектромедь» (г. Верхняя Пышма, Свердловская область).

Диссертация выполнена на кафедре «Металлургия цветных металлов» Института новых материалов и технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, и в АО «Уралэлектромедь».

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент, **Лобанов Владимир Геннадьевич**, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт новых материалов и технологий, кафедра «Металлургия цветных металлов», доцент; научный консультант – доктор технических наук, старший научный сотрудник, **Мальцев Геннадий Иванович**, АО «Уралэлектромедь», Исследовательский центр, главный специалист.

Официальные оппоненты:

**ЧУМАРЕВ Владимир Михайлович**, доктор технических наук, профессор, ФГБУН Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, лаборатория пирометаллургии цветных металлов, главный научный сотрудник;

**ПОТАПОВ Алексей Михайлович**, доктор технических наук, доцент, ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, лаборатория пирохимических процессов и электрохимических технологий, ведущий научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ОАО «Уралредмет», Свердловская обл., г. Верхняя Пышма – в своем положительном отзыве, подписанном Трубачевым Михаилом Владимировичем, кандидатом технических наук, заместителем технического директора – начальником производственно-технического отдела, указала, что диссертация Королева А.А. является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему,

обладает научной новизной и практической значимостью в направлении совершенствования переработки полиметаллического сырья и отходов. По критериям актуальности, новизны, достоверности полученных соискателем результатов, а также научной и практической значимости диссертация соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов.

Соискатель имеет 21 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации опубликована 21 работа, из них в рецензируемых научных журналах опубликовано 15 работ. Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 1 коллективной монографии; 5 тезисов, опубликованных в сборниках докладов международных (3) и всероссийских (2) научных конференций. Общий объем опубликованных работ – 31,96 п.л., авторский вклад – 15,97 п.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:  
*статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК:*

1. Королев А.А. Переработка серебристой пены вакуумной дистилляцией / А.А. Королев, С.А. Краюхин, Г.И. Мальцев, Е.С. Филатов // Известия ВУЗов. Цветная металлургия. – 2017. – № 4. – С. 21–29; 0,52 п.л./ 0,26 п.л. (Scopus, Chemical Abstracts).

2. Королев А.А. Фазовые равновесия для Pb-Zn-Ag сплава при вакуумной дистилляции / А.А. Королев, С.А. Краюхин, Г.И. Мальцев // Расплавы. – 2017. – № 5. – С. 435–450; 1,0 п.л./0,5 п.л. (Scopus).

3. Королев А.А. Равновесные системы газ-жидкость для сплава Sb-Ag при вакуумной дистилляции / А.А. Королев, С.А. Краюхин, Г.И. Мальцев // Обработка металлов (Технология. Оборудование. Инструменты). – 2017. – Т. 77. – № 4. – С. 68–83 (1,45 п.л./0,72 п.л.).

4. Королев А.А. Кинетика испарения металлов из Sb-Pb-Ag сплава при вакуумной перегонке / А.А. Королев, С.А. Краюхин, Г.И. Мальцев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Металлургия». – 2017. – Т. 17. – № 4. – С. 101–109 (0,52 п.л./0,26 п.л.).

5. Королев А.А. Переработка сурьмянисто-оловянных концентратов вакуумной дистилляцией / А.А. Королев, Г.И. Мальцев, К.Л. Тимофеев, В.Г. Лобанов // Обработка металлов (Технология. Оборудование. Инструменты). – 2018. – Т. 20. – № 1. – С. 6–21 (1,04 п.л./0,52 п.л.).

6. Королев А.А. Переработка Zn-Pb-Ag сплавов вакуумной дистилляцией / А.А. Королев, Г.И. Мальцев, К.Л. Тимофеев, В.Г. Лобанов, Е.С. Филатов, В.М. Ивенко // Расплавы. – 2018. – № 2(1). – С. 235–246 (0,74 п.л./0,37 п.л.).

7. Королев А.А. Фазовые равновесия для сплава Pb-Sb-Ag при вакуумной дистилляции / А.А. Королев, С.А. Краюхин, Г.И. Мальцев // Металлы. – 2018. – № 3. – С. 57–67; 0,7 п.л./0,35 п.л. (Scopus).

8. Королев А.А. Переработка сплава Sb-Pb-Ag методом дистилляции / А.А. Королев, Г.И. Мальцев, К.Л. Тимофеев, В.Г. Лобанов // Известия ВУЗов. Цветная металлургия. – 2018. – № 6. – С. 20–30 (0,68 п.л./0,34 п.л.)

#### *Монография*

1. Королев Алексей. Вакуумная дистилляция полиметаллических сплавов / Алексей Королев, Геннадий Мальцев, Сергей Краюхин. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. ISBN: 978-620-2-06977-9. – 2017. – 241 с (17,32 п.л./8,66 п.л.).

На автореферат поступили положительные отзывы:

1. **Паньшина Андрея Михайловича**, доктора технических наук, профессора, технического директора ООО «УГМК-Холдинг», г. Верхняя Пышма, Свердловская обл. Содержит вопросы и замечания, касающиеся понятия «коэффициента активации» и метода определения коэффициента общего массопереноса.

2. **Богданова Владимира Ивановича**, кандидата технических наук, советника генерального директора по техническим вопросам АО «Екатеринбургский завод по обработке цветных металлов», г. Верхняя Пышма, Свердловская обл. Содержит вопросы и замечания, касающиеся отклонений от идеальности рассчитанных коэффициентов активности компонентов сплавов и диапазона применимости «правила рычага» для фазовых диаграмм «температура – состав сплава».

3. **Смирнова Геннадия Борисовича**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры технической физики Физико-технологического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург. Содержит вопросы и замечания, касающиеся методов расчета давления насыщенного пара исследованных металлов и применения объемной модели молекулярного взаимодействия для расчета коэффициентов активности компонентов сплавов.

4. **Булатова Константина Валерьевича**, кандидата технических наук, генерального директора ОАО Научно-исследовательский и проектный институт обогащения и механической обработки полезных ископаемых, г. Екатеринбург. Содержит вопросы и замечания, касающиеся положительных и отрицательных отклонений от идеальности рассчитанных коэффициентов активности компонентов сплава и диапазона применимости правила рычага.

5. **Шемякина Владимира Сергеевича**, доктора технических наук, профессора, генерального директора ООО «Научно-производственная компания «Техноген», г. Екатеринбург. Содержит вопросы и замечания, касающиеся удельной производительности оборудования вакуумной дистилляции, намечаемой для реализации технологии, и прогноза поведения золота в процессах вакуумной дистилляции.

6. **Лебеда Андрея Борисовича**, доктора технических наук, старшего научного сотрудника, заведующего кафедрой металлургии НЧОУ ВО «Технический университет УГМК», г. Верхняя Пышма, Свердловская обл.

Содержит вопросы и замечания, касающиеся исходных данных для расчета активности компонентов металлических сплавов и корректности учета затрат и потерь металлов при огневом и электролитическом рафинировании меди при переработке серебристой пены

7. **Короля Юрия Александровича**, кандидата технических наук, вице-президента по контроллингу за производством и инвестициями АО «Русская медная компания», г. Екатеринбург. Содержит вопросы и замечания, касающиеся правомерности использования терминов и предлагаемых технологических режимов ведения процесса; неудачной формулировки о нецелесообразности использования предложенной технологии на предприятиях УГМК; отсутствия данных по переработке серебристой пены для сопоставления; перегруженности работы цифровым материалом.

8. **Ермакова Александра Владимировича**, кандидата технических наук, генерального директора АО «Уральские Инновационные Технологии», г. Екатеринбург. Содержит вопросы и замечания, касающиеся наличия и влияния кислорода в газовой фазе при дистилляции и особенностей металлургического агрегата, используемого при переработке ППШШ с выделением в отдельную фазу чернового олова.

9. **Зайкова Юрия Павловича**, доктора химических наук, профессора, научного руководителя института, и **Архипова Павла Александровича**, кандидата химических наук, старшего научного сотрудника ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург. Содержит вопросы и замечания, касающиеся объема переработанного в эксперименте сырья и особенностей масштабирования технологии.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями среди научно-технической общественности и специалистов в данной отрасли науки, их высокой научной компетентностью в области

пирометаллургических способов получения цветных и благородных металлов.

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

- **установлены** закономерности вакуумной возгонки исследуемых элементов из полиметаллических сплавов в зависимости от состава исходных материалов, температуры и продолжительности процесса, степени разряжения в системе;

- **определены** кинетические показатели испарения элементов, константы скорости и энергии активации процесса, коэффициенты разделения компонентов сплавов; термодинамических параметры – энергии смешения, энтальпии и энтропии смешения; построены равновесные фазовые диаграммы «жидкость – пар» для систем «металл – примесь»;

- **предложены** технологические мероприятия по оптимизации процессов разделения основных металлов и селективного, либо коллективного выделения элементов-примесей из исходного сырья на основе индивидуальных свойств и характеристик исследованных компонентов;

- **созданы** технологические основы, обеспечивающие повышение прямого извлечения тугоплавких цветных и драгоценных металлов в металлическую фазу кубового остатка, сурьмы и цинка – в возгоны.

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

- **установлены** для бинарных сплавов с трудно и легко возгоняемыми металлами в широком интервале температур давления насыщенного пара и высокие значения их соотношений, а также коэффициентов разделения, создающие теоретические предпосылки для селективного выделения легко возгоняемых компонентов сплавов вакуумной дистилляцией, обогащающихся в газовой фазе, а трудно возгоняемых – в жидкой;

- **определены** коэффициенты активности компонентов сплавов с отрицательным и положительным отклонением от идеальности на основе объемной модели молекулярного взаимодействия;

- **предложены** для анализа металлических систем равновесные фазовые диаграммы «температура – состав сплава» и «давление – состав сплава», в соответствии с которыми содержание менее летучего компонента в газовой фазе при фиксированном давлении возрастает при увеличении его содержания в сплаве и росте температуры расплава;

- **рассчитаны** термодинамические параметры испарения компонентов тройных сплавов переменного состава в широком интервале температур;

- **установлено**, что процесс испарения металлов из тройного сплава соответствует реакции первого порядка; значения кажущейся константы скорости первого порядка при возгонке металлов из расплава возрастают по мере увеличения их тугоплавкости;

- **показано**, что для трехкомпонентных сплавов содержание трудновозгоняемых металлов в конденсате легковозгоняемого элемента снижается с уменьшением исходного содержания этих металлов в сплаве и равновесной температуры при падении давления.

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

- **разработаны и апробированы** в опытно-промышленном масштабе новые операции по комплексной экологически безопасной переработке полиметаллических сплавов и Pb-Zn-Ag-Sb-Sn-содержащих композиций;

- **предложен** метод селективной возгонки исследованных компонентов с получением высокочистого свинца и индивидуальных моноэлементных товарных продуктов, пригодных для рекуперации в производстве металлов;

- **установлено**, что осуществление процесса вакуумной дистилляции полиметаллических сплавов в управляемом, экономически целесообразном



режиме позволяет снизить антропогенную нагрузку на экосистемы Уральского промышленного региона;

▪ **предложено** использовать результаты опытно-промышленных испытаний по переработке поликомпонентного сырья в качестве исходных данных при проектировании промышленной установки вакуумной дистилляции на ПСЦМ АО «Уралэлектромедь» для решения важной народно-хозяйственной задачи – переработка отходов производства и рост количества и ассортимента выпускаемой товарной продукции.

#### **Оценка достоверности результатов исследований выявила:**

**достоверность полученных результатов** обеспечивается корректностью поставленных задач, использованием современных методов исследований; применением современной вычислительной техники и программного обеспечения, сертифицированной контрольно-измерительной аппаратуры; методов математической статистики для систематизации экспериментальных данных;

**выявленные физико-химические закономерности** соответствуют известным положениям физической химии, электрохимии, закономерностям пиро- и гидрометаллургических процессов и подтверждаются экспериментальными данными, полученными соискателем;

**установлены:** непротиворечивость полученных результатов и выводов; сходимость теоретических и экспериментальных результатов; полученные автором результаты согласуются с данными зарубежного и отечественного опыта.

**Личный вклад соискателя состоит в** научно-теоретическом обосновании, формулировании цели и направления исследований, выполнении лабораторных и полупромышленных исследований, анализе и обобщении полученных результатов, поиске закономерностей, подготовке научных публикаций и текста диссертации.

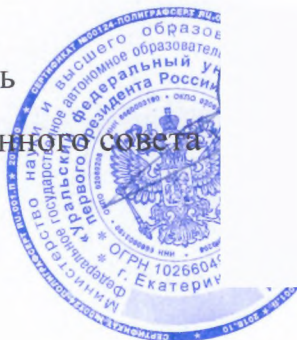
Диссертационная работа Королева А.А. соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, является законченной научно-

квалификационной работой, в которой содержатся научно обоснованные технологические решения в области гидрометаллургии благородных металлов, вносящие существенный вклад в развитие экономики Российской Федерации.

На заседании 25.06.2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Королеву А.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 11 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета



Набойченко Станислав Степанович

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Сулицин Андрей Владимирович

«25» июня 2019 г.