

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 2020.1,
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 30.09.2020 № 2

О присуждении **Фиалковскому Игорю Сергеевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Влияние комплексообразования лантаноидов с неорганическими лигандами на экстракционное извлечение и разделение иттрия и лантаноидов карбоновыми кислотами» по специальности 02.00.04 – Физическая химия принята к защите 28.07.2020 года, протокол № 1 диссертационным советом ГУ 2020.1 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, В.О., 21-я линия, дом 2; приказ ректора Горного университета от 20.07.2020 № 935 адм.

Соискатель, Фиалковский Игорь Сергеевич, 1991 года рождения в 2014 г. окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»; В 2020 г. освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре очной формы обучения на кафедре физической химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России. Диплом об окончании аспирантуры *серия 107805 номер 0012758* выдан 23 июня 2020 г.

Диссертация выполнена на кафедре физической химии в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего

образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент **Литвинова Татьяна Евгеньевна**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, кафедра физической химии, профессор.

Официальные оппоненты:

Тойка Александр Матвеевич, доктор химических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», кафедра химической термодинамики и кинетики, заведующий кафедрой;

Матузенко Михаил Юрьевич, кандидат химических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», кафедра физической химии, доцент;

Ведущая организация – **федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого президента РФ Б.Н. Ельцина»**, г. Екатеринбург в своем положительном отзыве, подписанном Рычковым Владимиром Николаевичем доктором химических наук, профессором, заведующим кафедрой редких металлов и наноматериалов; секретарем заседания Титовой Светланой Михайловной, кандидатом технических наук, ассистентом кафедры редких металлов и наноматериалов; утвержденном Германенко Александром Викторовичем, доктором физико-математических наук, профессором, проректором по науке, указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой получены новые термодинамические данные по бромидным комплексам РЗМ, представляющие интерес с точки зрения расширения научного знания.

Соискатель имеет 8 опубликованных по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работ.

Общий объем 2,5 печатных листов; в том числе 1,4 печатных листов - соискателя.

Публикации в изданиях из Перечня ВАК

1. Фиалковский, И.С. Физико-химическое исследование влияние галогенид-иона на экстракцию церия (III), европия (III) и гадолиния (III) из нитратных сред нафтенной кислотой. / И.С. Фиалковский, Д.С. Луцкий, И.Т. Жадовский // Естественные и технические науки. – 2020. – Т. 140, № 2. – С. 40–46.

Личный вклад автора диссертации заключается в проведение экспериментальной части обработке данных и анализе полученных результатов.

2. Фиалковский, И.С. Исследование распределения равновесных форм церия и иттербия в растворах сложного водно-солевого состава. / И.С. Фиалковский Д.С. Луцкий, Т.Е. Литвинова, А.А. Алексеев // Естественные и технические науки. – 2020. – Т. 144, № 6. – С. 38–46.

Личный вклад автора диссертации заключается в разработке математической модели для расчета равновесного состава.

Публикации в изданиях, входящих в международные базы данных системы цитирования (Scopus)

3. Lutskiy, D.S. Effect of anion composition on the extraction of cerium (III) and yttrium (III) by oleic acid / D.S. Lutskiy, T.E. Litvinova, O.I. Olejnik, I.S. Fialkovsky // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018. – Vol. 13, № 9. – PP. 3152–3161.

Личный вклад автора диссертации заключается в проведении математического моделирования и эксперимента по экстракции РЗМ олеиновой кислотой и обработке результатов.

4. Lutskiy, D.S. Complex Processing of Phosphogypsum – a Way of recycling dumps with reception of commodity production of wide application /

D.S. Lutskiy, T.E. Litvinova, A.S. Ignatovich, I.S. Fialkovskiy // Journal of Ecological Engineering. - 2018. - Vol. 19, № 2. - PP. 223–227.

Личный вклад автора диссертации заключается в проведении литературного анализа и формировании выводов по рентабельности переработки фосфогипса.

Публикации в прочих изданиях:

5. Фиалковский, И.С. Исследование влияния среды на процессы экстракции церия (III) и иттрия (III) нафтенной кислотой при стехиометрическом расходе экстрагента / И.С. Фиалковский, Т.Е. Литвинова, И.А. Пайгашов// Сборник докладов международной научно-практической конференции «Научные механизмы решения проблем инновационного развития», г. Оренбург: «Омега-Сайнс». - 2017. - №5 (16). - С. 25-34.

Личный вклад автора диссертации заключается в проведении эксперимента по экстракции РЗМ и обработке полученных результатов.

6. Луцкий, Д.С. Очистка водно-солевых систем от железа, алюминия и марганца с применением экстрагента на основе растительных масел / Д.С. Луцкий, П.А. Иванов, И.С. Фиалковский, А.О. Олейник, К.А. Никулина// Научные исследования. - 2017. - №5 (16). - С. 10-13.

Личный вклад автора диссертации заключается в подборе экстрагента на основе растительных масел, а также в анализе имеющихся литературных данных.

7. Фиалковский, И.С. Исследование экстракции эрбия и иттрия олеиновой кислотой из нитратных сред, в присутствии брома / И.С. Фиалковский // Проблемы недропользования: сборник научных трудов. Часть II.

Санкт-Петербургский горный университет: СПб, 2018. - с. 248.

Личный вклад автора диссертации заключается в проведение экспериментальной части исследования, анализе и обработке полученных данных.

8. Fialkovsky, I.S. Effect of halide-anion on the extraction of cerium (III) and yttrium (III) by oleic acid / I.S. Fialkovsky // Scientific Reports on Resource Issues, Freiberg. – 2018. – Vol. 1. – PP.188-195.

Личный вклад автора диссертации заключается в проведение экспериментальной части исследования, подборе оптимальных областей концентрации высаливателя, анализе и обработке полученных данных.

Апробация диссертационной работы проведена на научно-практических мероприятиях с докладами: Международной научно-практической конференции «Научные исследования: ключевые проблемы III тысячелетия», Москва, 5 мая 2017; Тема доклада: Очистка водно-солевых систем от железа, алюминия и марганца с применением экстрагента на основе растительных масел; Международной научно-практической конференции «Научные механизмы решения проблем инновационного развития», Оренбург, 28 ноября 2017; Тема доклада: Исследование влияния среды на процессы экстракции церия (III) и иттрия (III) нафтенной кислотой при стехиометрическом расходе экстрагента; Международном форуме-конкурсе молодых учёных «Проблемы недропользования», СПб. 18-20 апреля 2018; Тема доклада: Исследование экстракции эрбия и иттрия олеиновой кислотой из нитратных сред, в присутствии брома; 69-ой Международной научной конференции «Resource Issues 2018», г. Фрайберг, Германия, 6-8 июня 2018 г.; Тема доклада: Effect of halide-anion on the extraction of cerium (III) and yttrium (III) by oleic acid., результаты работы также обсуждались на заседаниях объединенного научно-технического совета Санкт-Петербургского горного университета и на заседаниях кафедры физической химии и получили одобрение.

В диссертации Фиалковского И.С. отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах соискателя, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от д.т.н., профессора **А.А. Блохина**, заведующего кафедрой технологии редких элементов и

наноматериалов на их основе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»; д.т.н., профессора **М.И. Калашниковой**, заведующего лаборатории гидрометаллургии ООО «Институт Гипроникель»; д.т.н. **В.А. Маслбоева**, научного руководителя Института проблем промышленной экологии Севера – обособленного подразделения ФГБУН ФИЦ «Кольский научный центр РАН».; д.т.н. **И.М. Петрова**, генерального директора ООО «Исследовательская группа «Инфолайн».; д.т.н., с.н.с. **А.В. Чуба**, старшего научного сотрудника ООО «Инжиниринговый центр НИУ «БелГУ»; д.т.н., профессора **М.В. Успенской**, профессора факультета прикладной оптики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»; к.т.н. **С.В. Жукова**, заместителя руководителя НИЦ АО «ГК Русредмет»; д.х.н., профессора **С.И. Степанова**, заведующего кафедрой технологии редких элементов и наноматериалов на их основе ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

В отзывах дана положительная оценка проведенных исследований, отмечена актуальность выбранной темы, высокая степень проработки вопроса и профессиональный подход к решению поставленных задач, однако в некоторых из них имеются замечания:

Каким образом производилось моделирование равновесного состава водных растворов, содержащих РЗМ и различные лиганды? (автореферат страница 14, рисунок 4) (к.т.н. Жуков С.В.)

В тексте автореферата отсутствуют зависимости коэффициентов распределения от концентрации галогенид-аниона при экстракции олеиновой кислотой. (к.т.н. Жуков С.В.)

Из текста автореферата не ясно, какая начальная концентрация РЗМ в водных растворах. (к.т.н. Жуков С.В.)

В разделе реферата, посвященного описанию расчёта констант устойчивости бромидных комплексов лантаноидов, следовало бы привести

основное уравнение ЗДМ, в терминах активности компонентов, по которому были рассчитаны эти константы, а в табл. 1 и 3 указать погрешность определения величин констант. (д.х.н. Степанов С.И.)

В подписях к рисункам 2 и 3 следовало бы указать концентрацию карбоновой кислоты, а в подписи к рисунку 2 добавить слово «концентрации», т.е. зависимость не «от бромид аниона», а от концентрации бромид аниона. Это же замечание относится к рисунку 5. (д.х.н. Степанов С.И.)

В названии автореферата указано на изучение влияния комплексообразования на разделения иттрия и лантаноидов, в то время как в тексте приведены данные только по разделению иттербия и лантаноидов, и ничего не сказано о поведении иттрия при разделении с лантаноидами. (д.х.н. Степанов С.И.)

В разделе «Публикации по работе» указано на 8 публикаций по теме диссертационной работы, в то время как в «списке основных работ» в конце автореферата приведено библиографическое описание только 6 работ. (д.х.н. Степанов С.И.)

В тексте автореферата и подписях к рисункам 2, 5, 7 и 9 не приведены значения концентраций РЗМ в исходных водных растворах. (д.т.н. Блохин А.А.)

Публикацию под №7 не следовало включать в список работ, опубликованных по теме диссертации. (д.т.н. Блохин А.А.)

В автореферате в недостаточной степени освещена технология переработки и выделения ценных компонентов РЗМ-содержащего сырья. (д.т.н. Петров И.М.)

Из текста автореферата не вполне понятно, каким образом производилось моделирование равновесного состава многокомпонентных растворов, содержащих катионы иттербия и церия. (д.т.н. Петров И.М.)

В литературном обзоре достаточно подробно, описана нафтенная кислота, однако практически ничего не сказано про олеиновую, которая

также использована в исследованиях в качестве экстрагента. (д.т.н. Маслобоев В.А.)

К сожалению, в экспериментальных исследованиях по экстракции использованы только модельные растворы и нет апробации полученных данных на реальных растворах с производств, занимающихся комплексной переработкой РЗМ-содержащего сырья. (д.т.н. Маслобоев В.А.)

Автором не предложена конкретная технология по разделению РЗМ на основе полученных данных. (д.т.н. Маслобоев В.А.)

Из текста автореферата не ясно по какой причине автор при расчете констант устойчивости учитывает только образование в растворе бромидных комплексов по первой ступени. (д.т.н. Успенская М.В.)

По какой причине автор не изучал совместное влияние бромид и хлорид ионов на показатели экстрагируемости РЗМ. (д.т.н. Успенская М.В.)

Почему автор не использовал модификаторы для предотвращения образования димеров карбоновых кислот в органической фазе? (д.т.н. Чуб А.В.)

В тексте автореферата нет обоснования выбора концентрации бромид-аниона при проведении экспериментального определения термодинамических констант устойчивости. (д.т.н. Чуб А.В.)

Чем автор объясняет расхождение значений расчетных и экспериментально полученных констант нестойкости карбонатных комплексов (рисунок 1)? (д.т.н. Чуб А.В.)

В своих исследованиях автор в качестве растворителя для карбоновой кислоты использовал только о-ксилол, почему не были рассмотрены другие растворители, например, додекан или керосин? Возможно, использование другого растворителя может оказать влияние на параметры экстракции. (д.т.н. Калашникова М.И.)

В работе не приведены результаты влияния солевых добавок при других рН среды. (д.т.н. Калашникова М.И.)

Не исследована возможность извлечения хлоридных и бромидных комплексов РЗМ в органическую фазу. (д.т.н. Калашникова М.И.)

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью оппонентов в соответствующей отрасли науки и наличием у них публикаций в сфере исследования, а также широкой известностью ведущей организации своими достижениями по соответствующей теме исследования отрасли наук и способностью определить научную и практическую значимость диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан способ расчёта констант устойчивости комплексов лантаноидов с неорганическими анионами-лигандами;

предложена методика оценки распределения равновесных форм существования для РЗМ с различными неорганическими лигандами в растворах сложного водно-солевого состава;

доказана перспективность использования галогенидных добавок для интенсификации экстракционного разделения иттрия и лантаноидов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны научные положения о применимости жестких неорганических анионов-лигандов, как способа повышения степени извлечения и разделения редкоземельных металлов, и вносящих вклад в расширение представлений о формировании технологии переработки бедного сырья как природного, так и техногенного происхождения;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс базовых химических и инструментальных методов исследования, в том числе установленных ГОСТ для анализа состава редкоземельного минерального сырья и продуктов его переработки;

изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований по определению констант устойчивости ряда бромидных

комплексов лантаноидов и энергии Гиббса образования, ранее отсутствующие в литературе;

раскрыты проявления теоретических представлений о влиянии природы аниона на экстракцию лантаноидов карбоновыми кислотами из смешанных нитратно-галогенидных сред: установлено, что немонотонный характер зависимостей коэффициентов распределения и разделения при экстракции РЗМ нафтенной и олеиновой кислотами от концентрации бромид-аниона и хлорид-аниона в растворе связан с изменением формы существования РЗМ в растворе.

изучена применимость бромидных и хлоридных добавок для локального улучшения показателей извлечения и разделения РЗМ нафтенной и олеиновой кислотами: показано наличие явления анионной синергетности при экстракции лантаноидов из нитратных растворов в присутствии галогенидных добавок.

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

разработана программа расчёта распределения равновесных форм существования для РЗМ с различными неорганическими лигандами в растворах сложного водно-солевого состава

определены перспективы практического использования результатов проведённых исследований для выполнения НИР более высокого уровня, включая разработку технических решений, направленных на переработку низкосортного сырья, в том числе техногенного происхождения;

создана система рекомендаций по методическому обеспечению экспериментальных исследований, направленных на установление физико-химических характеристик экстракционных равновесий при разработке технических решений, направленных на получение соединений индивидуальных РЗМ;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию технических решений переработки редкоземельного сырья природного и техногенного происхождения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании, с применением методов и методик, рекомендуемых ГОСТ для анализа состава редкометального сырья и продуктов его переработки; результаты экспериментов статистически достоверны, погрешность косвенных определений не превышает 0,5 %; воспроизводимость результатов исследования доказана при выполнении исследовательских испытаний в укрупненно-лабораторном масштабе по единым методикам и инструкциям;

теоретические положения, являющиеся основой экспериментальных исследований, построены на известных, проверяемых источниках, подтверждаются полученными опытными данными и не противоречат результатам аналогичных экспериментальных и теоретических исследований, описанным в литературе, в том числе по смежным областям;

идея базируется на обобщении передового опыта переработки различных видов редкометального и редкоземельного сырья, **использовано сравнение** авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике с указанием источников, которые служили аналогами;

установлено соответствие авторских результатов современным принципам описания ионно-молекулярных равновесий; *использованы современные методики* сбора и обработки исходной информации, с применением методов математического моделирования при помощи специализированных программных продуктов.

Личный вклад автора заключается: в выборе и обосновании направлений исследования, организации, проведении и обобщении

результатов экспериментов, подготовке материалов к публикации и их апробация, разработке программы и методик исследовательских испытаний в лабораторном и укрупненно-лабораторном масштабе. Все разработки выполнены под непосредственным руководством и при участии соискателя.

На заседании 30.09.2020 года диссертационный совет принял решение присудить Фиалковскому И.С. ученую степень кандидата технических наук за решение важной научно-технической задачи определения параметров экстракционного извлечения редкоземельных металлов из растворов сложного водно-солевого состава и получения термодинамических констант устойчивости бромидных комплексов для всего ряда РЗМ.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 9 человек, из них 8 – доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании из – 9 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 9 человек, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета



Черемисина Ольга Владимировна

Ученый секретарь
диссертационного совета

Пономарева Мария Александровна

30.09.2020