

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.096.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТА ПРОБЛЕМ  
КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР ИМ. АКАДЕМИКА  
Н.В. МЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК,  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от «24» декабря 2024 г. № 9

О присуждении Кожевникову Георгию Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка флотационно-химической технологии переработки эвдиалитового концентрата» по специальности 2.8.9 – «Обогащение полезных ископаемых (технические науки)» принята к защите «15» октября 2024 г. (протокол заседания №8) диссертационным советом 24.1.096.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, 111020, Москва, Крюковский тупик, д.4, утвержденным приказом Рособрнадзора от 21.05.2010 г., № 1030-391 и измененным в соответствии с приказом Минобрнауки 561/нк от 03.06.2021 г.

Соискатель Кожевников Георгий Алексеевич, «18» мая 1997 года рождения, в 2020 году окончил специалитет в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по специальности «Горное дело», с 2020 по 2024 гг. обучался в аспирантуре в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук по специальности «Обогащение полезных ископаемых». В настоящее время работает в Федеральном государственном

бюджетном учреждении науки Институте проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук в должности младшего научного сотрудника.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институтом проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук № 3/24 от «25» сентября 2024 года.

Диссертация выполнена в лаборатории Теории разделения минеральных компонентов отдела Проблем комплексного извлечения минеральных компонентов из природного и техногенного сырья Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук (ИПКОН РАН).

Научный руководитель – доктор технических наук Миненко Владимир Геннадиевич, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, ведущий научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Шумилова Лидия Владимировна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры водного хозяйства, экологической и промышленной безопасности, факультета строительства и экологии Забайкальского государственного университета;

Ануфриева Светлана Ивановна, кандидат химических наук, заведующий технологическим отделом ФГБУ «ВИМС»;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук» (г. Апатиты) в своем положительном отзыве, подписанном Опалевым Александром Сергеевичем, кандидатом технических наук, руководителем лабораторией Новых технологических процессов и аппаратов и Митрофановой Галиной Викторовной, кандидатом технических наук, руководителем лабораторией



Флотационных реагентов и обогащения комплексных руд, указала, что диссертация обладает научной новизной и практической значимостью и отвечает требованиям ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук в соответствии с пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842. Автор диссертационной работы, Кожевников Георгий Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9 - «Обогащение полезных ископаемых (технические науки)».

По теме диссертационной работы опубликовано 17 научных работ, в том числе в рекомендованных ВАК РФ изданиях – 5, в материалах российских и международных конференций – 12. Подана заявка на патент РФ № 2024123733 от 16.08.2024.

В опубликованных научных работах соискателя приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований по разработке флотационно-химической малоотходной и экономически эффективной технологии переработки эвдиалитового концентрата, обеспечивающей высокое извлечение Zr и РЗЭ из силикагеля и продуктивного раствора, полное закрытие водяных контуров, регенерацию карбоната кальция и получение дополнительной товарной продукции в виде аммиачной селитры и метасиликата натрия.

В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах.

Наиболее значимые научные работы (научные статьи) по теме диссертации:

1. Чантурия В.А., Самусев А.Л., Миненко В.Г., Кожевников Г.А. Извлечение редких и редкоземельных элементов из силикатного геля – продукта выщелачивания эвдиалитового концентрата // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, 2021. №6. С.142-149. (ВАК)

2. В.А. Чантурия, В.Г. Миненко, А.Л. Самусев, Е.В. Копорулина, Г.А. Кожевников. Физико-химическое и энергетическое воздействие на процесс

выщелачивания эвдиалитового концентрата // Доклады российской академии наук. Науки о земле. 2022. №2. С.149-158. (ВАК)

3. В.А. Чантурия, В.Г. Миненко, Г.А. Кожевников, А.Л. Самусев. Разработка технологии комплексной переработки эвдиалитового концентрата. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, 2024. №5. С. 149-162. (ВАК)

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов: к.т.н. Афанасовой А.В., д.т.н. Кондратьева С.А. и д.т.н. Ростовцева В.И., д.т.н. Макарова Д.В., к.т.н. Мезенина А.О., д.т.н. Морозова Ю.П. и к.т.н. Вальцевой А.И., д.т.н. Федотова К.В., к.т.н. Интогаровой Т.И.

В отзывах дана положительная оценка диссертационной работы, отмечается актуальность выбранной темы, новизна и профессиональный подход к решению поставленных задач, однако, в отзывах содержатся следующие вопросы и замечания:

**- к.т.н. Афанасова А.В.:**

Как автор обосновывает использование комбинации реагентов ЖКТМ и ИМ-50 при флотации с уровнем рН, равным 4, с учетом формы присутствия собирателей в пульпе (ионная, молекулярная)? Каков механизм действия используемых собирателей при флотации при данном уровне рН?

В предложенной принципиальной схеме на рисунке 5, автором указаны для флотации только собиратели (ЖКТМ и ИМ-50) и пенообразователь (МИБК). За счет чего отмечается снижение извлечения в концентрат кварца, нефелина и др. минералов, если автором не используются депрессоры/регуляторы среды? Особенно с учетом, отмеченного автором, самопроизвольного подщелачивания пульпы до уровня 9-9,5.

**- д.т.н. Кондратьев С.А. и д.т.н. Ростовцев В.И.:**

Флотационная активность собирателей в значительной мере зависит от строения углеводородного фрагмента. Это доказано экспериментально в работе Митрофановой Г.В., Ивановой В.А. и Никитиной И.В. «Оценка свойств комплексообразующих реагентов-собирателей флотации эвдиалита» Вестник МГТУ, том 18, №2, 2015 г. Проводилась ли работа по выбору флотационных



собирателей с учётом строения углеводородного радикала и, если да, то какая длина принималась за оптимальную?

При использовании жирно-кислотных реагентов их собирательные свойства могут быть усилены образованием гидроксокомплексов с металлами активаторами  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и другими. В качестве пожелания автору рекомендуется изучить возможность повышения эффективности флотационного передела применением металлов активаторов.

Работа посвящена разработке конкретной флотационно-химической технологии переработки эвдиалитового концентрата (продукт гравитационного и магнитоэлектрического обогащения) Ловозерского месторождения. Автором перечислены затраты, связанные с предлагаемой технологией, но не указана стоимость дополнительной товарной продукции. В связи с этим по представленным в автореферате сведениям трудно оценить её рентабельность.

На стр. 21-22 указаны статьи с Вашим участием в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК. Под номерами 1, 2, 4, и 5 приведены статьи, опубликованные в журнале «Физико-химические проблемы разработки полезных ископаемых». Вероятно, Вы имели в виду журнал «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых».

**- д.т.н. Макаров Д.В.:**

Не понятно, до какой крупности измельчали эвдиалитовый концентрат для последующей флотации, -315 мкм или -63 мкм.

**- к.т.н. Мезенин А.О.:**

Следовало бы пояснить различное извлечение РЗЭ в продуктивный раствор при выщелачивании с использованием азотной кислоты (стр. 10 и стр. 11).

В автореферате не представлены результаты исследований по влиянию температуры на эффективность извлечения ценных компонентов из силикагеля.

**- д.т.н. Морозов Ю.П. и к.т.н. Вальцева А.И.:**

С чем связано резкое увеличение извлечения РЗЭ при повышении рН от 4 до 5 (рис.3 автореферата)?

Получаемый метасиликат натрия планируется ли использовать как товарный продукт?

**- д.т.н. Федотов К.В.:**

На стр. 8 автореферата сказано, что в процессе флотации эвдиалитового концентрата рН пульпа самопроизвольно подщелачивается с 4 до 9.5 рН. Не указано, за счет чего происходит такое значительное изменение щелочности среды при неизменных условиях, как контролируется такое резкое повышение рН в процессе химического осаждения, как это отражается на выходе каждого из выделяемых элементов. В пункте 4 на стр. 6 автореферата автор как раз акцентирует внимание на чувствительности осаждения количества Zr (при рН 4) и РЗЭ (при рН 6) т.е. извлечение зависит от кислотно-щелочных свойств раствора. Вызывает сомнение интерпретация протекающих химических процессов с привлечением термина самопроизвольное подщелачивание.

На стр. 11 автореферата представлен абзац по использованию статистического метода поверхностного отклика, основанного на центральном композитном плане, говорится о полиномиальной зависимости (не приведена какая) для анализа причинного влияния четырех (каких?) рабочих переменных на выбранные отклики (какие?). Не аргументируется, как этот подход статистики использован в исследованиях и как он оптимизирует сам процесс флотации.

**- к.т.н. Интогарова Т.И.:**

В автореферате не рассмотрена возможность переработки кека выщелачивания эвдиалитового концентрата.

Эвдиалитовый концентрат кроме РЗЭ и Zr содержит значительное количество примесных металлов (Na, Fe, Ca, Al, Ti, Mn и др.). В автореферате не представлен материальный баланс элементов, подтверждающий достоверность химических составов получаемых продуктов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высоким уровнем их компетентности в данной отрасли науки, наличием



публикаций в соответствующей области исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– разработан реагентный режим флотации эвдиалитового концентрата, обеспечивающий повышение качества концентрата и снижение в нем содержания оксида кремния.

– раскрыт механизм высоких потерь Zr и PЗЭ с силикагелем при азотнокислотном выщелачивании эвдиалитового концентрата, обусловленные образованием связей ценных металлов, характеризующихся высоким отношением их заряда к ионному радиусу, с атомами кислорода депротонированной кремниевой кислоты.

– предложен способ переработки силикагеля, образующегося в процессе азотнокислотного выщелачивания эвдиалита, включающий процессы промывки, получения метасиликата натрия и силикатов ценных компонентов.

– разработана рентабельная и малоотходная технология переработки эвдиалитового концентрата, включающая регенерацию и переработку используемых реагентов, получение товарных метасиликата натрия (из силикагеля) и аммиачной селитры (из отработанных нитратных растворов) и закрытие водяных контуров.

Научное значение работы заключается в раскрытии механизма высоких потерь Zr и PЗЭ с силикагелем при азотнокислотном выщелачивании эвдиалитового концентрата, обусловленных образованием связей ценных металлов, характеризующихся высоким отношением их заряда к ионному радиусу, с атомами кислорода депротонированной кремниевой кислоты и методов решения этой проблемы.

Практическая значимость работы заключается в разработке экономически эффективной и малоотходной технологии обогащения и химической переработки эвдиалитового минерального сырья, обеспечивающей извлечение Zr – 89 % и PЗЭ – 82 %.

Обоснованность научных положений и выводов, представленных в работе, подтверждается использованием современных физико-химических

методов исследований, непротиворечивостью полученных результатов и выводов.

Достоверность научных результатов обеспечивается использованием сертифицированного оборудования, современных средств и методик проведения исследований. Подтверждается согласованностью теоретических выводов с экспериментальными данными, положительными результатами лабораторных исследований по обогащению и химической переработке эвдиалитовых концентратов, а также воспроизводимостью результатов экспериментов.

Личный вклад автора заключается в проведении аналитического обзора научно-технической литературы по современному состоянию технологий и методов интенсификации процессов обогащения и химической переработки эвдиалитового сырья, постановке цели и задач, разработке методик исследований, в организации и непосредственном участии в выполнении экспериментальных исследований по флотации и химической переработке эвдиалитовых концентратов, включая процессы переработки силикатного геля, химического осаждения ценных компонентов из продуктивных растворов, регенерации реагентов и др., анализе и обобщении полученных результатов, обосновании выводов и подготовке публикаций.

Представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных исследований разработана флотационно-химическая малоотходная и рентабельная технология переработки эвдиалитового концентрата, обеспечивающая высокое извлечение Zr и PЗЭ из силикагеля и продуктивного раствора, полное закрытие водяных контуров, регенерацию карбоната кальция и получение дополнительной товарной продукции в виде аммиачной селитры и метасиликата натрия.

Диссертация полностью соответствует критериям, установленным в пп. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней.

На заседании «24» декабря 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Кожевникову Георгию Алексеевичу ученую степень кандидата технических наук за научно обоснованное решение актуальной



научно-технической задачи – разработка флотационно-химической малоотходной и экономически эффективной технологии переработки эвдиалитового концентрата, обеспечивающей высокое извлечение циркония и РЗЭ.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 9 докторов наук по специальности 2.8.9, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за присуждение учёной степени - 15, против присуждения учёной степени - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель диссертационного совета

  
\_\_\_\_\_ академик, д.т.н. Чантурия Валентин Алексеевич

Учёный секретарь диссертационного совета

  
\_\_\_\_\_ д.т.н. Матвеева Тамара Николаевна

Дата оформления Заключения – «24» декабря 2024 г.

Подписи В.А. Чантурия и Т.Н. Матвеевой. Заверяю.

Учёный секретарь ИПКОН РАН, д.т.н.



С.С. Кубрин