

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу  
Кожевникова Георгия Алексеевича  
«Разработка флотационно-химической технологии переработки  
эвдиалитового концентрата», представленную на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальности  
2.8.9. «Обогащение полезных ископаемых»

### Объём и структура диссертации

Диссертация Кожевникова Георгия Алексеевича состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 94 наименований, 2 приложений, изложена на 141 странице машинописного текста, включая 40 рисунков и 49 таблиц. Автореферат диссертации изложен на 22 страницах машинописного текста.

### Актуальность темы диссертации

В горноперерабатывающей отрасли России в последнее время наметился ряд новых тенденций: создание малоотходных технологий эффективной и глубокой переработки стратегических и дефицитных видов полезных ископаемых (критические технологии). Поэтому разработка новых технологических решений обогащения и химической переработки эвдиалитового концентрата, обеспечивающих высокое извлечение ценных компонентов (редкоземельных элементов и циркония) является актуальной научной задачей. Решение научной задачи позволит внести весомый вклад в технический прогресс и потенциал развития страны, её обороноспособность и экономическую независимость.

### Общая характеристика работы

*Во введении* обоснована актуальность выбранной темы исследования, указаны цель, задачи, идея работы, объекты исследования, предметы исследования, раскрыты научная новизна, научное значение, практическая значимость, обоснованность и достоверность, сведения о личном вкладе автора, представлены основные научные положения, выносимые на защиту, реализация результатов работы, апробация результатов проведенного исследования.

*В первой главе* представлены результаты литературного обзора по современному состоянию запасов и производству редкоземельных элементов (РЗЭ) в России и мире. Рассмотрена общая характеристика редкоземельных металлов, области применения РЗЭ и их соединений. Установлено, что одним из перспективных источников получения РЗЭ является Ловозерское эвдиалитовое месторождение, имеющее большие запасы с высоким содержанием металлов иттриевой группы. Дан критический анализ современного состояния методов обогащения эвдиалитовых концентратов и химических технологий переработки (сернокислотная, азотнокислотная, солянокислотная, щелочная). Энергетические воздействия рассмотрены в

качестве способов интенсификации для повышения эффективности процесса выщелачивания.

Относительно низкое содержание РЗЭ в эвдиалитовом концентрате и образование значительного количества силикагеля при кислотном растворении обуславливает необходимость разработки альтернативных комбинированных гидрометаллургических схем с применением различных выщелачивающих растворов.

Анализ существующих способов получения и переработки эвдиалитовых концентратов показал, что наиболее перспективным методом повышения качества эвдиалитовых концентратов является флотация, а методом последующей химической переработки – кислотное выщелачивание. Однако при кислотном растворении эвдиалита ( $\text{Na}_{15}\text{Ca}_6(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+})_3\text{Zr}_3[\text{Si}_{25}\text{O}_{73}](\text{O}, \text{OH}, \text{H}_2\text{O})_3(\text{OH}, \text{Cl})_2$ ) образуется значительное количество силикагеля, что приводит к большим потерям ценных компонентов, образованию большого объема твердых отходов и затрудняет процесс фильтрации продуктивного раствора.

Установлено, что в настоящее время в практике обогащения не применяются эффективные технологии обогащения эвдиалитовых руд и химической переработки полученных концентратов, обеспечивающих не только селективное извлечение РЗЭ и циркония (Zr), максимальное снижение потерь ценных компонентов с силикагелем, но и характеризующиеся низкими капитальными и эксплуатационными затратами производства. На основании сделанных автором выводов, сформулирована научная идея работы (гипотеза) и поставлены основные задачи исследования.

*Во второй главе* описаны объекты и методы экспериментальных исследований, которые проводились на пробах эвдиалитового концентрата Ловозерского месторождения и продуктах его переработки.

Материалы исследований: исходный эвдиалитовый концентрат, полученный при переработке руд Ловозерского месторождения (содержание  $\text{ZrO}_2$  – 9,3 % и суммой РЗЭ – 1,5 %); продукты его флотационного обогащения (концентраты, хвосты); продукты выщелачивания эвдиалитового флотационного концентрата (кек выщелачивания, получаемые концентраты циркония и РЗЭ, регенерируемый карбонат кальция, аммиачная селитра, силикагель и продукт его переработки – метасиликат натрия, осадок силикатов ценных металлов, и др.); продуктивные растворы выщелачивания; растворы, образующиеся после химической переработки концентрата (процессы химического осаждения); промывные и другие технологические воды.

Методы физических и физико-химических исследований: оптическая микроскопия (дифференциальный интерференционно-контрастный микроскоп AxioPlan 2), аналитическая электронная микроскопия (растровые электронные микроскопы LEO 1420VP и JEOL JSM6610LV), рентгенофазовый анализ (дифрактометр XRD 7000, АДП-2 Буревестник) и X'Pert PRO MPD (PANalytical), рентгенофлуоресцентный анализ (ARL

ADVANT'X, Thermo Scientific); атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (сплавнение с метаборатом лития) (Agilent 725 ICP-OES, Agilent Technologies); аналитическая растровая электронная микроскопия (LEO 1420VP, JEOL) и др.

Разработаны методики проведения лабораторных исследований с целью оценки эффективности разработанных технологических решений по обогащению и химической переработке эвдиалитового концентрата. Проведена метрологическая оценка результатов исследований.

Эксперименты по флотации проводили на лабораторной флотационной машине АО «Механобр инжиниринг» с объемами камер 50 и 500 см<sup>3</sup>, выщелачивание – в лабораторном реакторе TOP-100 («Top Industrie») с объемом рабочей камеры 1 дм<sup>3</sup>.

*В третьей главе* представлены результаты экспериментального обоснования режимов флотации для повышения качества эвдиалитового концентрата. Предварительно осуществлён выбор реагентов и режимов флотации, основанный на анализе научно-технической литературы по обогащению эвдиалитовых руд и концентратов: депрессоры (щавелевая кислота и гексаметафосфат натрия); собиратели (олеат натрия, Flotisor SM-15, ИМ-50, ЖКТМ), пенообразователь (МИБК).

Экспериментально установлено, что максимальную эффективность флотации эвдиалита обеспечивает применение собирателей Flotisor SM-15 и смесь ИМ-50 и ЖКТМ. Установлены следующие рациональные технологические параметры: продолжительность контакта минеральной суспензии с собирателями – 3 минуты, с пенообразователем – 1 мин, продолжительность флотации – 2 минуты, расход собирателей ЖКТМ – 1000 г/т, ИМ-50 – 800 г/т, пенообразователя МИБК – 150 г/т, значение рН пульпы – 4, крупность минеральной фракции – -80 мкм. Проведение процесса флотации в оптимальном режиме позволило обеспечить снижение содержания оксида кремния (SiO<sub>2</sub>), связанного с примесными минералами в концентрате с 29,2 % до 21,2 % (на 27 отн. %), что сокращает образование силикагеля при последующем азотнокислотном выщелачивании концентрата. Для практической реализации рекомендован для флотационного обогащения эвдиалитового концентрата разработанный реагентный режим, обеспечивающий снижение содержания в нем оксида кремния на 8 %, максимальное извлечение эвдиалита в концентрат составило 91,3 % при повышении его качества на 7,7 % (с 71,7 % до 79,4 %) за счет сокращения выхода эвдиалитового концентрата на 17,6 %.

Полученные результаты исследований позволили успешно доказать первое научное положение, которое достаточно полно раскрыто в диссертационной работе и аргументировано доказано.

*Четвертая глава* посвящена теоретическому и экспериментальному обоснованию оптимальных режимов процесса выщелачивания эвдиалитового концентрата. В работе проанализировано и изучено воздействие азотной,

серной и соляной кислот на морфологические характеристики минеральных частиц эвдиалитового концентрата.

В результате исследования элементного состава поверхности частиц эвдиалита методом РФЭС установлено, что взаимодействие с растворами азотной, серной и концентрированной соляной кислотой вызывает интенсивный вынос катионов Al, Na, Ca, Mg, K, Ti, Mn, Fe, Sr и Zr. В ходе эксперимента выявлено последовательное снижение концентрации этих элементов в следующем порядке: «исходный образец» →  $\text{HNO}_3$  →  $\text{H}_2\text{SO}_4$  →  $\text{HCl}$ . Концентрация Al уменьшилась в 2-28 раз, Na — в 3,6-61 раз, а Ca, Mg и Mn — в 2,5-5 раз. Для Ti снижение составило 3-9 раз, а Zr — 3-12 раз.

На основании проведённых исследований, соискателем сделаны следующие выводы. Анализ элементного состава исходного эвдиалитового концентрата и его кеков после кислотного выщелачивания методом РФЛА показал, что соляная кислота обеспечивает наиболее интенсивное выщелачивание металлов. Использование серной кислоты приводит к формированию максимального количества силикатного геля (63 % об.), обуславливая высокие (до 85 %) потери РЗЭ с осаждающимися в продуктивном растворе фазами сульфатов. Экспериментально обоснован выбор азотной кислоты в качестве основного растворителя при выщелачивании концентрата, позволяющей значительно сократить потери РЗЭ в 1,5-3,8 раз до 48-56 %.

Проведены экспериментальные исследования по изучению влияния температуры минеральной суспензии, крупности материала, соотношения Т:Ж, продолжительности процесса и концентрации кислоты, влияющих на эффективность извлечения РЗЭ. Представлены карты уровней извлечения РЗЭ в зависимости от данных технологических параметров с целью определения условий, которые дают наилучшую желательную комбинацию выбранных переменных. Многокритериальная оптимизация переменных достигалась использованием подхода функции желательности.

Экспериментально обоснованы оптимальные параметры выщелачивания эвдиалитового концентрата (продолжительность – 90 мин, концентрация азотной кислоты –  $450 \text{ г/дм}^3$ , температура минеральной пульпы –  $80^\circ\text{C}$ , соотношение Т:Ж – 1:20) и переработки силикагеля (промывка водой при соотношении Т:Ж – 1:10 и температуре  $75^\circ\text{C}$  с последующим добавлением едкого натра для перевода силикагеля в жидкое состояние и выделения осадка силикатов ценных металлов) обеспечивают снижение потерь циркония с 48,8 % до 1,5 %, РЗЭ с 43,8 % до 1,4 %.

На основе результатов расчета энергии активации, разложения установлено, что скорость растворения кремния контролируется внутренней диффузией. В диссертации исследован способ «сухого» выщелачивания эвдиалитового концентрата, по результатам которого установлено, что процесс «сухого» выщелачивания с использованием серной кислоты не обеспечил высокого извлечения РЗЭ.

Экспериментально установлено, что предварительное щелочное разложение концентрата обеспечивает снижение объема силикатного геля в продуктивном растворе в 1,1–1,4 раза в сравнении с обычным азотнокислотным выщелачиванием и повышение общего извлечения Zr с 76,9 % до 90,8 %, РЗЭ – с 79,6 % до 92,6 %. Для снижения потерь ценных металлов с силикагелем исследована возможность их замещения на высоковалентные катионы  $Al^{3+}$  и  $Fe^{3+}$  путем добавления в процесс азотнокислотного выщелачивания эвдиалитового концентрата избытка солей алюминия или железа ( $AlCl_3 \cdot 6H_2O$  и  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ).

Впервые установлена возможность последовательного использования процесса промывки и переработки силикагеля в метасиликат натрия с попутным получением осадка силикатов циркония и РЗЭ, возвращаемого в процесс выщелачивания. Установлено, что промывка силикагеля (1:10) с последующей его переработкой в метасиликат натрия обеспечивает суммарное извлечение из него около 97,3% Zr и 97,1 % РЗЭ.

Выявлено, что высокие потери Zr и РЗЭ с силикагелем при азотнокислотном выщелачивании эвдиалитового концентрата обусловлены образованием связей ценных металлов, характеризующихся высоким отношением их заряда к ионному радиусу, с атомами кислорода депротонированной кремниевой кислоты. Данные связи ингибируют процесс поликонденсации, способствуя образованию менее плотного и сильно насыщенного продуктивным раствором силикагеля, что также обуславливает механические потери Zr и РЗЭ (продуктивного раствора) с силикагелем.

Установлено, что наиболее эффективным методом извлечения ценных компонентов из силикагеля является промывка водой с последующей его переработкой в метасиликат натрия, что суммарно обеспечивает извлечение из него более 97,6 % Zr и РЗЭ.

На основании вышеизложенных доказательств, можно сделать общий вывод, что основные этапы научных экспериментальных исследований реализованы в полном объеме.

Полученные результаты исследований являются достоверными и сомнений не вызывают. Результаты теоретических и экспериментальных исследований соответствуют критериям научной новизны и значимости. Следовательно, второе и третье научные положения успешно доказаны.

*В пятой главе* представлена разработанная технологическая схема, которая обеспечивает получение карбонатов РЗЭ, фосфата циркония, метасиликата натрия и аммиачной селитры. Учтены основные принципы современных и устойчивых подходов к гидрометаллургии («Circular Hydrometallurgy»): регенерация реагентов; закрытие водяных контуров; предотвращение образования отходов; минимальное разнообразие химических реагентов; использование более безопасных реагентов; выбор оптимальных расходов реагентов.

Для селективного извлечения из продуктивного раствора выщелачивания Zr и РЗЭ использован метод двухстадийного химического

осаждения, включающий: нейтрализацию кислоты углекислым кальцием с выделением в осадок тетрагидрата нитрата кальция, гидроксидов Zr, Al и Fe; последующую нейтрализацию кислоты углекислым натрием с осаждением карбонатов РЗЭ.

Представлена принципиальная технологическая схема переработки эвдиалитового концентрата с качественно-количественными показателями. В результате расчета материального баланса установлено, что основные потери Zr и РЗЭ связаны с кеком выщелачивания.

Выполнена экономическая оценка внедрения разработанной технологии, позволяющей получить валовую прибыль на 1 т эвдиалитового концентрата в размере 145010,88 руб.

Таким образом, разработана экономически эффективная и ресурсосберегающая технология комплексной переработки эвдиалитового концентрата, которая обеспечивает извлечение Zr – 89 % и РЗЭ – 82 % при минимальном количестве образующихся отходов за счет применения следующих технических решений: предварительное флотационное обогащение, последующее азотнокислотное выщелачивание эвдиалитового концентрата в оптимальном режиме; переработка силикагеля с получением метасиликата натрия и силикатов РЗЭ и Zr; последовательное химическое осаждение циркония (рН 4) и редкоземельных элементов (рН 6) из продуктивного раствора; регенерация до 98 % карбоната кальция с получением аммиачной селитры и закрытия водяных контуров.

Сходимость материального баланса по каждому элементу подтверждает достоверность химических составов получаемых продуктов и возможность реализации предложенной схемы.

На основании представленных доказательств, подкреплённых научными выкладками, расчётами, включая расчеты экономической целесообразности переработки эвдиалитового концентрата с учетом получения дополнительной товарной продукции, выводами, можно констатировать, что четвёртое научное положение убедительно доказано и сомнений не вызывает.

**Обоснованность и достоверность научных положений и выводов** обусловлена большим объемом экспериментальных исследований и полученных экспериментальных данных на сертифицированном оборудовании по аттестованным методикам, использованием комплекса современных физических и физико-химических методов анализа, корреляцией теоретического прогноза и экспериментальных результатов. Достоверность теоретических гипотез автора подтверждается удовлетворительной сходимостью с данными экспериментальных исследований, а также воспроизводимостью и непротиворечивостью полученных результатов по обогащению и химической переработке эвдиалитовых концентратов. В целом, результаты, полученные автором, являются новыми знаниями по научной специальности 2.8.9. «Обогащение полезных ископаемых».

## **Соответствие диссертации и автореферата основным положениям**

Структура и содержание автореферата соответствуют основным положениям диссертации. Полученные результаты теоритических и экспериментальных исследований соответствуют поставленной цели и задачам. Автореферат отражает содержание диссертации. Диссертация имеет внутреннее единство всех глав. Автор работы оформил выводы по главам и общее заключение структурно содержательно, а также умело показал результативность проведённого исследования, отражена практическая значимость.

**Публикации.** По теме диссертационной работы опубликовано 17 научных работ, в том числе в рекомендованных ВАК РФ изданиях – 5, в других изданиях – 7. Подана заявка на патент РФ № 2024123733 от 16.08.2024 «Способ переработки эвдиалитового концентрата» Чантурия В.А., Миненко В.Г., Самусев А.Л., Кожевников Г.А.

### **Научная новизна работы заключается в том, что:**

**разработана** новая научная идея, заключающаяся в использовании физико-химических и химических процессов для модифицирования поверхностных свойств минералов, элементного и фазового составов твердых продуктов и ионного состава продуктивных растворов при переработке эвдиалитового концентрата, обеспечивающих высокое извлечение Zr и PЗЭ;

**разработана** малоотходная технология глубокой переработки эвдиалитового концентрата (критическая технология) с рециркуляцией отработанных продуктивных растворов и промывных вод, регенерацией используемых реагентов, получением товарных метасиликата натрия (из силикагеля), аммиачной селитры (из отработанных нитратных растворов) и закрытием водяных контуров, позволяющая выявить качественно новые закономерности влияния технологических параметров процессов на извлечение PЗЭ и Zr в товарные продукты;

**предложен** нетрадиционный подход в разработке способа переработки силикагеля, образующегося в процессе азотнокислотного выщелачивания эвдиалита, без использования процессов высокотемпературной сушки, включающий процессы промывки, получения метасиликата натрия и силикатов ценных компонентов (Zr, PЗЭ и др.), возвращаемых в процесс выщелачивания, что в комплексе обеспечивает извлечение из силикагеля 97,3% Zr и 97,1% PЗЭ;

**доказана** перспективность разработанного способа переработки получаемого в первой стадии химического осаждения Zr-содержащего тетрагидрата нитрата кальция в фосфат циркония и карбонат кальция, возвращаемого на первую стадию химического осаждения, что обеспечивает снижение потерь PЗЭ с Zr концентратом на 11,26% и регенерацию до 98% карбоната кальция;

**доказано** научно и экспериментально подтверждено, что высокие потери Zr (48,8 %) и PЗЭ (43,8 %) с силикагелем при азотнокислотном

выщелачивании эвдиалитового концентрата обусловлены образованием связей ценных металлов, характеризующихся высоким отношением их заряда к ионному радиусу, с атомами кислорода депротонированной кремниевой кислоты, которые ингибируют процесс поликонденсации, способствуя образованию менее плотного и сильно насыщенного продуктивным раствором силикагеля.

**Теоретическая значимость исследований заключается в развитии теории обогащения полезных ископаемых при разработке научных основ флотационно-химической технологии переработки эвдиалитового концентрата, обеспечивающей снижение потерь Zr и PЗЭ.**

**Практическая значимость работы состоит в:**

- разработке малоотходной и рентабельной технологии обогащения остродефицитного минерального сырья и химической переработки эвдиалитового концентрата, обеспечивающей извлечение Zr – 89 % и PЗЭ – 82 %;

- комплексности использования остродефицитного минерального сырья и получении дополнительной товарной продукции в виде аммиачной селитры, метасиликата натрия; силикатов PЗЭ и Zr.

Следует отметить большой объём экспериментальных исследований и научный потенциал соискателя.

**Замечания и вопросы по диссертации и автореферату:**

1. В главе 3 приведены результаты флотационных исследований возможности повышения качества эвдиалитового концентрата и снижения содержания в нем оксида кремния, однако не понятно проводились опыты только в открытом цикле или в замкнутом тоже?
2. В п. 4.2. при экспериментальном обосновании оптимальных параметров азотнокислотного выщелачивания эвдиалитового концентрата результаты экспериментальных исследований (табл.4.1-4.5, стр. 76-77) следовало представить графически.
3. Для определения условий, которые дают наилучшую желательную комбинацию четырех рабочих переменных (концентрация кислоты, температура суспензии, соотношение Т:Ж и продолжительность выщелачивания) выбрана квадратичная полиномиальная модель (серия опытов, полученных на основе схемы RSM, состоящая из 26 экспериментов). Следует дать пояснение: почему в итоговой таблице 4.5 – Фактические значения закодированных уровней (стр. 77) по независимым четырём переменным на рис. 4.4 – Профили предсказанных значений и функции желательности (стр.77) представлено три кодированных уровня вместо четырёх, указанных в табл.4.1 - 4.4 .
4. В разработанной принципиальной схеме переработки силикагеля (рис. 4.14, стр. 98 диссертации и рис. 2, стр.13 автореферата) в операции центрифугирования получается промывной раствор, содержащий PЗЭ и Zr, который может возвращаться либо в голову процесса выщелачивания, либо в



первую стадию химического осаждения Zr. Не понятно от чего зависит выбор варианта?

5. В главе 5 в табл. 5.4-5.13 (стр.106 - 117 диссертации) представлены результаты исследований, которые учтены при разработке технологической схемы переработки эвдиалитового концентрата с рециркуляцией отработанных продуктивных растворов и промывных вод (рис. 5.7, стр. 121 диссертации и рис. 5, стр. 18 автореферата), но отсутствует пояснение на какой массе пробы получены данные результаты и проводились ли полупромышленные испытания, поскольку данная технология при описании реализации результатов работы рекомендуется для переработки эвдиалитовых руд Ловозерского месторождения?
6. В диссертации не акцентировано внимание на том, почему предпочтительнее разработанная автором работы технологическая схема в отличии от принятой на Ловозерском горно-обогатительном комбинате (Госкорпорация «Росатом», Мурманская область), где получают эвдиалитовый концентрат, из которого далее на Соликамском магниевом заводе извлекают тантал, ниобий, титан и производят коллективный концентрат других редкоземельных металлов? В чём заключается отличие во флотационной технологической цепочке?
7. В списке используемых источников диссертации дана только одна ссылка (п.1) из 12 научных публикаций автора, включая 4 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК.

Отмеченные замечания носят пояснительный и уточняющий характер, не снижают высокой теоретической значимости и практической ценности диссертационного исследования, проведённого на высоком уровне.

### **Заключение**

По своему содержанию выполненная диссертационная работа соответствует важным приоритетным направлениям государства «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации» (Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145) и «Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2050 года» (распоряжение Правительством России от 11 июля 2024 года № 1838-р), обеспечивающим сырьевой суверенитет по стратегическому и остродефицитному минеральному сырью, в том числе по редкоземельным элементам и цирконии.

Диссертационная работа Кожевникова Георгия Алексеевича на тему: «Разработка флотационно-химической технологии переработки эвдиалитового концентрата», является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно. В работе изложены новые научно-обоснованные технологические решения по разработке малоотходной технологии обогащения и глубокой переработки эвдиалитового концентрата, обеспечивающей извлечение Zr – 89 % и РЗЭ –

82 % и получение дополнительной товарной продукции, имеющей существенное значение для развития страны.

В целом, представленная диссертационная работа по своему содержанию соответствует паспорту научной специальности 2.8.9. «Обогащение полезных ископаемых»; профилю диссертационного совета 24.1.096.01; требованиям п. п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., №842, с дополнениями и изменениями), предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Кожевников Георгий Алексеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9. «Обогащение полезных ископаемых».

Доктор технических наук по специальности 25.00.13. «Обогащение полезных ископаемых»,  
доцент по кафедре «Обогащение полезных ископаемых и вторичного сырья»,  
и. о. заведующего кафедрой химии,  
профессор кафедры «Инженерная экология»  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Забайкальский государственный университет»

Подпись Шумиловой Л. В.  
Заверяю Шумилова Лидия Владимировна  
04 декабря 2024 г.

Тел: 89243756651, 89144798280, e-mail: shumilovalv@mail.ru.  
ЗабГУ: 672039, г. Чита, ул. Александрo-Заводская, дом 30.

Я, Шумилова Лидия Владимировна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Шумилова Лидия Владимировна  
Подпись Шумиловой Лидии Владимировны, заверяю

Директор административного департамента А. В. Еремеев

« 04 12 » 2024 г

Приложение

**СВЕДЕНИЯ**

об официальном оппоненте по диссертации Кожевникова Георгия Алексеевича на тему: «Разработка флотационно-химической технологии переработки эвдиалитового концентрата»

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Дата и год рождения, гражданство, паспортные данные (серия, №, выдан кем, когда), № страхового свидетельства, ИНН, домашний адрес с почтовым индексом, телефон	Место основной работы (с указанием организации и города), должность Почтовый адрес, телефон, электронная почта оппонента	Ученая степень (шифр специальности), ученое звание по кафедре
1.	<b>Шумилова Лидия Владимировна</b>	18.09.1955г., гражданство – РФ; паспортные данные: серия - 7600 №421089, выдан – ОВД Ингодинского района города Читы, 26.12.2001г.; страховое свидетельство – № 042-360-988-44; ИНН – 753401132843; домашний адрес – 672039 г. Чита ул. Красноярская дом 32, кв. 47 телефон: мобильный – 8-924-375-66-51 8-914-479-82-80	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Забайкальский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЗабГУ»); 672039, г. Чита, ул. Александро- Заводская, д. 30 Исполняющий обязанности заведующего кафедры химии, профессор кафедры инженерной экологии Рабочий телефон: 8 (3022)416444 Email: rektorat@zabgu.ru Email: shumilovalv@mail.ru.	Ученая степень – доктор технических наук, диплом – ДДН № 018708 – 2011г. (специальность 25.00.13 Обогащение полезных ископаемых), доцент, диплом – ДЦ № 022252 – 2009г. по кафедре обогащения полезных ископаемых и вторичного сырья.
6. Список основных публикаций официального оппонента по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:				

1. Юргенсон Г.А., Шумилова Л.В. Теллур и селен в золотосеребряной руде Балейского рудного поля (Восточное Забайкалье) и разработка технологии их попутного извлечения. *Металлург № 9*, С.112-118. 2024 г.
2. Размахнин К.К., Шумилова Л.В., Размахнина И.Б. Очистка сточных и оборотных вод горнопромышленных предприятий адсорбентами на основе цеолитсодержащих пород Холинского месторождения / *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*. 2024. №4. С. 180-188.
3. Купшеев В.А. Шумилова Л.В. Промышленные прибор в новом конструктивном и технологическом оформлении для эффективной разработки россыпных месторождений: монография. Изд-во «Горная Книга» – Москва, 2023. – 256 с.
4. Шумилова Л.В., Размахнин К.К., Хатькова А.Н. Научное обоснование и разработка экологически чистых безотходных технологий переработки природного и техногенного минерального сырья: монография. Чита: ЗабГУ, 2023. – 296 с.
5. Патеток С. А., Хатькова А. Н., Шумилова Л.В. Научное обоснование и разработка технологии переработки отходов производства борной кислоты и комплексности использования минерального сырья: научная монография. Изд-во ЗабГУ. – Чита: ЗабГУ, 2022. – 194 с. 2022 г.
6. Шумилова Л.В., Хатькова А.Н., Размахнин К.К., Простакишин М. Ф. Разработка технологии переработки лежалых олово-полиметаллических хвостов Шерловоторского ГОКа . ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень №12. – 152-168. 2023 г.
7. Шумилова Л.В., Хатькова А.Н., Размахнин К.К., Простакишин М.Ф. Бесцианидная технология извлечения золота с применением методов интенсификации процесса выщелачивания. ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень №10-1. — С. 328—344 . 2023 г.
8. Шумилова Л.В., Хатькова А.Н., Размахнин К.К. Исследование процессов окисления углеродсодержащих соединений и извлечения золота из упорного минерального сырья. ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень № 11. С. 143—158. 2023 г.
9. Шумилова Л.В., Хатькова А.Н., Размахнин К.К., Простакишин М.Ф. Извлечение золота и серебра из шихты отходов горных предприятий .Вестник Забайкальского государственного университета Т. 29, № 2. С. 79–90 . 2023 г.
10. Шумилова Л.В., Хатькова А.Н., Размахнин К.К., Простакишин М.Ф. Исследование экологически чистых методов повышения извлечения золота из упорного минерального сырья Вестник Забайкальского государственного университета Т. 29, № 3. С. 74-90. 2023 г.
11. Шумилова Л.В., Хатькова А.Н., Размахнин К.К. Разработка комбинированной технологии получения сплава золота лигатурного из отходов разного вида. *Металлург № 9*, С.117-124. 2022 г.
12. Shumilova, L.V., Yurgenson, G.A., Khatkova, A.N. Tin-bearing polymetallic ore mining in Transbaikalia and physicochemical geotechnology of extraction of rare and nonferrous metals. Отходы разработки оловополиметаллических месторождений Забайкалья и физико-химическая геотехнология извлечения комплекса редких и цветных металлов] // *Mining Informational and Analytical Bulletin* 2022 (9), с. 156-168.
13. Shumilova, L.V., Yurgenson, G.A., Khatkova, A.N. Substantiation of Technology for Extraction of Rare Metals from Mining Wastes Using the Example of Mature Tailings at the Orlovsky Mining and Processing Plant (East Transbaikal) // 2022 Metallurgist 65(9-10), с. 1174-1186.
14. Khatkova, A.N., Shumilova, L.V., Patejuk, S.A. Wasteless mineral processing technology to expand functional capabilities of eco mining concept. [Разработка безотходной технологии переработки минерального сырья, расширяющая функциональные возможности горно-экологической концепции] // 2022 Mining Informational and Analytical Bulletin (10), с. 51-61.
15. Shumilova, L.V., Yurgenson, G.A., Khatkova, A.N. Substantiation of Technology for Extraction of Rare Metals from Mining Wastes Using the Example of Mature Tailings at the Orlovsky Mining and Processing Plant (East Transbaikal) // 2022 Metallurgist 65(9-10), с. 1174-1186.
16. Шумилова Л.В., Юргенсон Г.А., Хатькова А.Н. Отходы разработки оловополиметаллических месторождений Забайкалья и физико-химическая геотехнология извлечения комплекса редких и цветных металлов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 9. С. 156-168.

17. Шумилова Л.В., Хаткова А.Н., Размахнин К.К., Номоконова Т.С. Применение наилучших доступных технологий для повышения экологической безопасности утилизации золотослаковых отходов // Вестник Забайкальского государственного университета Т. 28, № 8. 2022 г.
18. Шумилова Л.В., Хаткова А.Н., Размахнин К.К., Номоконова Т.С. Применение наилучших доступных технологий для повышения экологической безопасности при утилизации золотослаковых отходов // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28. № 8. С. 23-34.
19. Khatkova, A.N., Shumilova, L.V., Patejuk, S.A. Wasteless mineral processing technology to expand functional capabilities of eco mining concept // 2022 Mining Informational and Analytical Bulletin (10), с. 51-61.
20. Myazin, V.P., Petukhova, I.I., Shumilova, L.V., Balagurov, A.A. Development of the resource conservation concept of non-metallic minerals and remains of tailings IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2022 991(1), 012042.
21. Шумилова Л.В., Хаткова А.Н., Черкасов В.Г. Альтернативные варианты подготовки техногенных отходов к выщелачиванию металлов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 3-2. С. 173-181.
22. Шумилова Л.В., Хаткова А.Н., Черкасов В.Г. Интегральная промышленная система утилизации техногенных отходов горных предприятий, территориально объединённых // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 27. № 6. С. 40-49
23. Shumilova, L.V. Geotechnology-based technical integration strategy for territorial industrial systems. // Mining Informational and Analytical Bulletin, 2021, (5), p. 68-84.
24. Шумилова Л.В., Хаткова А.Н., Размахнин К.К., Черкасов В.Г. Стратегии рационального и комплексного использования минерального сырья на основе наилучших доступных технологий и оценки жизненного цикла отходов горного производства // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 27. № 4. С. 32-44
25. Юргенсон Г.А., Шумилова Л.В., Хаткова А.Н. Лежалые золотоносные хвосты комбината «БалейЗолото»: проблема утилизации // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 27. № 4. С. 45-54.
26. Shumilova, L.V., Yurgenson, G.A. Role of chemistry and microbiology in mining: current situation and long-run objectives // Mining Informational and Analytical Bulletin 2021 (1-3), с. 40-55.
27. Shumilova, L.V. Geotechnology-based technical integration strategy for territorial industrial systems // Mining Informational and Analytical Bulletin 2021 (5), с. 68-84.
28. Khatkova, A.N., Razmakhnin, K.K., Shumilova, L.V., Cherkasov, V.G., Razmakhnina, I.B. Beneficiation and modification of properties of zeolite-bearing rocks toward expansion of their application range | [Обогащение и модификация свойств цеолитосодержащих пород с целью расширения областей их практического применения] // Mining Informational and Analytical Bulletin 2021(2-3), с. 153-163.
29. Shumilova, L.V., Khatkova, A.N., Cherkasov, V.G. Alternative preparation of mining waste for metal leaching | [Альтернативные варианты подготовки техногенных отходов к выщелачиванию металлов] // Mining Informational and Analytical Bulletin 2021(3-2), с. 173-181
30. Cherkasov, V.G., Shumilova, L.V., Khatkova, A.N. Instrumentation of process water treatment for mobile processing plants | [Аппаратурное оформление системы подготовки технологической воды для мобильных обогатительных комплексов] // Mining Informational and Analytical Bulletin. 2021(2-3), с. 164-172.
31. Shumilova, L.V., Khatkova, A.N., Myazin, V.P., Leskov, A.S. Year-Round Heap Leaching of Gold in Cryolithozone Metallurgist 2021 64(9-10), с. 1046-1056.
32. Шумилова Л.В., Юргенсон Г.А. Роль химии и микробиологии в сфере горного дела: состояние проблемы и перспективные задачи // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 3-1. С. 40-55.

33. Cherkasov, V.G., Shumilova, L.V. Design solution for the thin-layer separation effect use of the suspension when washing metal-bearing sand at placer deposits // *Tsvetnyye Metally* 2021(5), с. 8-11.
34. Shumilova, L.V. Enhancement of Gold Heap Leaching by Using a Reagent Complex Containing Hydrogen Peroxide // *Metallurgist* 64(7-8), с. 665-677 2020.
35. Шумилова Л.В., Костикова О.С., Черкасов В.Г., Воронов Е.Г., Лимберова В.В. Исследование реагентного режима при флотации труднообогатимых серебро-полиметаллических руд // *Вестник Забайкальского государственного университета*. 2020. Т. 26. № 1. С. 68-79.
36. Шумилова Л.В., Черкасов В.Г., Юргенсон Г.А., Мязин В.П. Разработка и апробация технологии переработки песков дражного полигона для извлечения золота и тяжелых минералов, содержащих магнитные частицы // *Вестник Забайкальского государственного университета*. 2020. Т. 26. № 8. С. 49-58.
37. Myazin V.P., Shesternev D.M., Shumilova L.V., New resource-saving technologies for gold recovery from rebellious and hard-to-process material of clayey deposits and mining waste, статья, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, Volume 262, Issue 1, 3 June 2019, 012049., 2019, 0.17.
38. Свидетельство на программу для ЭВМ № 2022683311, дата государственной регистрации 05 декабря 2022 г. Шумилова Л.В., Хатькова А.Н., Гончаров Д.С., Размахнин К.К., Простакишин М. Ф. «Определение извлечения золота из упорного минерального сырья».
39. Свидетельство на программу для ЭВМ № 2023684537, дата государственной регистрации 16 ноября 2023 г. Шумилова Л.В., Хатькова А.Н., Гончаров Д.С., Размахнин К.К., Простакишин М. Ф. «Определения оптимального состава активных форм окислителей при подготовке упорного сырья к выщелачиванию».
40. Пат. 2707459 Российская Федерация, МПК С 22 В 11/00. Способ кучного выщелачивания золота из техногенного минерального сырья / В. П. Мязин, Л. В. Шумилова, Е. С. Соколова; патентообладатель ФГБОУ ВО «ЗабГУ». – № 2019117482; заявл. 04.06.19; опубл. 26.11.19, Бюл. № 33 – 5 с.
41. Пат. № 2709259 Российская Федерация, МПК С 2 709 259(13) С1 Технологическая линия для переработки глинистых золотосодержащих песков россыпных месторождений. В. П. Мязин, Т. В. Никоненко, Л.В. Шумилова, И.И. Петухова, В.Л. Лапшин; патентообладатель ФГБОУ ВО «ЗабГУ». – № 2019115224; заявл. 17.05.19; опубл. 17.12.19, Бюл. № 35. – 9 с.
42. Пат. № 2709256 Российская Федерация, МПК С 2 709 256. Способ обогащения металлоносных песков. В. П. Мязин, Л.В. Шумилова, И.И. Петухова, С.А. Антипин, А.С.Митин – № 2019114366, заявл. 07.05.19; опубл. 17.12.19, Бюл. № 35. – 11 с. и другие.