

# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
Забайкальский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)**  
Александрово-Заводская ул., д. 30, г. Чита, 672039  
Россия  
Тел. (302-2) 41-64-44, 41-66-00  
Факс: (302-2) 41-64-44  
Web-server: [www.zabgu.ru](http://www.zabgu.ru)  
E-mail: [mail@zabgu.ru](mailto:mail@zabgu.ru)  
ОКПО 02069390, ОГРН 1027501148652  
ИНН/КПП 7534000257/753601001  
16.01.2024 № З-8-68  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

«УТВЕРЖДАЮ»  
И.о. ректора  
ФГБОУ ВО «ЗабГУ»  
О.О. Мартыненко



01 2024 г.

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

**Горячева Андрея Александровича**

**«Обоснование и разработка термогидрохимической технологии  
переработки медно-никелевых руд и техногенных продуктов  
с использованием сульфата аммония»,**

представленную на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальности  
2.8.9. «Обогащение полезных ископаемых»

## Объем и структура диссертации

Диссертация Горячева Андрея Александровича состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 137 наименований, изложена на 140 страницах машинописного текста, включая 68 рисунков и 4 таблицы. Автореферат диссертации изложен на 25 страницах машинописного текста.

## Актуальность темы диссертации

К настоящему времени отработано большинство месторождений руд цветных металлов с высокими содержаниями ценных компонентов и легкообогатимых. Основу современной минерально-сырьевой базы России преимущественно составляют бедные, тонковкрапленные, смешанные и комплексные труднообогатимые руды. Большинство еще не разрабатываемых рудных месторождений России, учтенных Государственным балансом, по многим видам полезных ископаемых могут перейти в категорию забалансовых, так как, учитывая мировые цены на конечную продукцию, их переработка с применением традиционных технологий обогащения окажется нерентабельной.

Актуальность работы сомнений не вызывает и соответствует

основополагающим документам по развитию минерально-сырьевой базы России, в том числе: «Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года» (распоряжение Правительства РФ от 22.12.2018 г.№ 2914); «Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы)» – Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 г. № 3684-р, направление 1.5.7 Горные науки, 1.5.7.2 Комплексная, технологически эффективная и экологически безопасная добыча, обогащение и глубокая переработка минерального сырья; «О состоянии и перспективах развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации» (Постановление Президиума РАН от 11 апреля 2023 г. №70).

Запасы сульфидных руд цветных металлов, в том числе медно-никелевых, имеют значительную долю труднообогатимых и упорных, для которых требуется разработка комбинированных технологий переработки, позволяющих значительно увеличить минерально-сырьевую базу меди и никеля и эффективность обогащения.

### **Общая характеристика работы.**

*Во введении* обоснована актуальность выбранной темы исследования, указаны цель, задачи, идея работы, объекты исследования, раскрыты научная новизна, практическая значимость; представлены основные положения, выносимые на защиту, сведения о личном вкладе автора, апробация результатов проведенного исследования.

*В первой главе* рассмотрена минерально-сырьевая база региона и дан обзор ресурсной ценности медно-никелевого сырья Мурманской области, обладающей значительными запасами, как коренных руд, так и техногенного сырья, которые расположены в районах с развитой инфраструктурой и с доступностью к потребителю.

Критический анализ технологических проблем переработки медно-никелевого сырья, позволил соискателю сделать вывод о том, что традиционные технологии обогащения при переработке тонковкрапленных руд, зачастую оказываются малоэффективными и приводят к неизбежным потерям ценных компонентов с хвостами (~45%), что обусловлено рядом причин: входжением никеля в состав кристаллических решеток ряда породообразующих минералов; не раскрываемостью сростков силикатов с тонкими включениями (1-2 мкм) сульфидов; наличием минералов никеля в изоморфной форме с пирротином (~10%); несовершенством технологических схем обогащения с высоким выходом промышленных отходов на единицу продукции и большим объёмом сточных вод.

Горные породы забалансовых и некондиционных руд в течение длительного времени подвергаются гипергенезу под воздействием атмосферы, гидросфера, живых организмов, низких температур Крайнего Севера, в результате чего протекают процессы химических и физических преобразований минералов, что приводит к их разубоживанию (снижению содержания полезных компонентов), уменьшению контрастности поверхностных свойств сульфидов. Появление

окисленных форм способствует переходу тяжелых металлов в водорастворимые соли, миграции этих химических соединений за пределы техногенных массивов, попаданию в поверхностные и подземные водотоки, токсификации водоемов, закислению почвенного покрова, угнетению развития растительности (снижение видового состава, темпов роста).

На основании сделанных автором выводов, сформулирована научная идея работы (гипотеза) и поставлены основные задачи исследования.

*Во второй главе* представлена краткая характеристика четырёх объектов исследований, включающих практически все виды медно-никелевого минерального сырья: синтезированные сульфидные минералы (пентландит, халькопирит, борнит, пирротин); сульфидная руда техногенного объекта «Отвалы Аллареченского месторождения»; черновой концентрат, полученный флотацией из руды месторождения «Заполярное»; некондиционная руда месторождения Нюд II. Кратко представлены методы исследования состава и свойств твердой фазы и анализа растворов. Приведены методики проведения экспериментов низкотемпературного обжига сульфидного сырья с сульфатом аммония и водного выщелачивания смеси, а так же извлечения металлов из продуктивных растворов.

*В третьей главе* представлены результаты исследований низкотемпературного обжига. Установлены фазовые превращения, происходящие с минералами при их обжиге в статической воздушной атмосфере в смеси с сульфатом аммония. Это позволило доказать первое научное положение: выявить механизм взаимодействия сульфидов медно-никелевых руд с сульфатом аммония в процессе обжига; экспериментально доказать, что при взаимодействии пирротина с реагентом, образуются пиракмонит  $((\text{NH}_4)_3\text{Fe}(\text{SO}_4)_3)$  и сабиит  $(\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2)$ ; установить причинно-следственные связи образования промежуточных обогащенных цветными металлами вторичных фаз: kraunингшилдит ( $\text{NiS}$ ), полидимит ( $\text{Ni}_3\text{S}_4$ ), борнит ( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ), фукучилит ( $\text{Cu}_3\text{FeS}_8$ ), ковеллин ( $\text{CuS}$ ) при объединении сульфидов никеля и меди с железом; определить конечные продукты взаимодействия в виде водорастворимых сульфатов никеля и меди.

Экспериментальные исследования водного выщелачивания обожжённой смеси медно-никелевого сырья и сульфата аммония проводились на базе аттестованных лабораторий с использованием сертифицированного оборудования. Установлены следующие рациональные технологические параметры: 1) соотношение сульфида и сульфата аммония до 1:7; 2) температура обжига – 400 °C, продолжительность процесса – 240 минут; 3) температура подогрева пульпы при выщелачивании – 80 °C, продолжительность перемешивания – 40 мин, интенсивность перемешивания 230  $\text{мин}^{-1}$ .

В процессе водного выщелачивания сульфаты цветных металлов полностью растворяются, происходит выделение в газовую fazу соединений серы, азота, а также воды, что указывает на возможность регенерации сульфата аммония за счет их улавливания и приведёт к снижению затрат на его закупку, а также минимизирует воздействие на атмосферный воздух.

В выводах по главе 3 п.3 диссертации (стр.64) следовало указать полученные рациональные технологические параметры процесса водного выщелачивания обожженной смеси медно-никелевого сырья и сульфата аммония (температура подогрева пульпы – 80°C, продолжительность перемешивания – 40 мин, интенсивность перемешивания – 230 мин<sup>-1</sup>), которые учтены в формулировке второго научного положения.

Таким образом, представленные данные результатов исследований являются достоверными и сомнений не вызывают. Полученные теоретические и практические результаты соответствуют критериям научной значимости. Следовательно, второе научное положение можно считать успешно доказанным.

*Четвертая глава* посвящена разработке экологически ориентированной комбинированной технологии переработки чернового флотационного концентраты. Исследуется влияние крупности измельчения на извлечение цветных металлов в раствор. Проведены лабораторные исследования влияния низкотемпературного обжига на обогатимость медно-никелевой руды Аллареченского техногенного месторождения и флотационного чернового концентраты, полученного при переработке руды месторождения «Заполярное». При последующем водном выщелачивании в раствор извлечено свыше 90% цветных металлов.

Результаты экспериментов представлены в виде трёхмерных графиков зависимости: извлечения никеля и меди в раствор от продолжительности и температуры обжига, извлечения никеля и меди от расхода сульфата аммония и крупности частиц смеси. Результаты исследования влияния способа измельчения на эффективность процесса позволили экспериментально доказать, что для достижения высокого уровня извлечения металлов, требуется дополнительная подготовка сырья (Аллареченское техногенное месторождение) и увеличение продолжительности обжига (техногенное месторождение Нюд II).

Экспериментально определены рациональные технологические параметры процессов обжига (массовое соотношение концентрата и сульфата аммония – 1:7, крупность частиц – 40 мкм, температура – 400 °C, время – 240 минут) и водного выщелачивания (соотношение Т:Ж = 1:15, температура – 80°C, интенсивность перемешивания – 230 мин<sup>-1</sup>, время – 40 мин), которые позволили обеспечить извлечение меди и никеля в раствор свыше 90%. Дано научное обоснование новых технологических решений по переработке медно-никелевого сырья и доказана перспективность метода низкотемпературного обжига в смеси с сульфатом аммония. Следует особо подчеркнуть, что при переработке техногенных отходов отвалов горных пород, рентабельность может быть существенно повышена, вследствие отсутствия затрат на добычу.

Вывод: третье научное положение достаточно полно раскрыто в диссертационной работе и аргументировано доказано.

*В пятой главе* предложены способы извлечения цветных металлов из продуктивных растворов (меди – цементацией, железа – осаждением, никеля и кобальта – добавкой бруссита), а также способы утилизации растворов и осадков

технологического передела. Для проведения исследований по извлечению металлов из продуктивных растворов использован раствор, полученный после водного выщелачивания обожженной смеси концентрата и сульфата аммония.

Разработана термогидрохимическая безотходная технология переработки медно-никелевых руд и техногенных продуктов с использованием сульфата аммония. Представлена качественно-количественная схема переработки чернового концентрата с получением товарных продуктов. Переработку продуктивных растворов рекомендуется производить в три стадии: извлечение меди методом цементации на железе, последующее осаждение железа известью, а также никеля (товарный гидроксид никеля) и кобальта с помощью гидроксида магния, что обеспечивает извлечение цветных металлов из раствора выше 99%. Установлены рациональные параметры извлечения меди, никеля и кобальта (температура, время взаимодействия, интенсивность перемешивания). Приоритет нового технологического решения подтверждён Патентом РФ № 2788281 (Способ переработки сульфидного медно-никелевого сырья).

Эксперименты по гидрохимическому выщелачиванию проводились при подогреве раствора по двум вариантам: без перемешивания и с применением перемешивания. Результаты исследований представлены графическими зависимостями: извлечения меди, концентрации железа в растворе, концентрации осаждённого железа, извлечения никеля, извлечения кобальта от условий экспериментов – без перемешивания и с применением перемешивания (скорость вращения мешалки принималась равной  $250 \text{ мин}^{-1}$  и  $500 \text{ мин}^{-1}$ ). В данной главе нужно было очень кратко остановиться на перспективах и рекомендациях по использованию полученных результатов исследования.

При переработке сульфидного медно-никелевого сырья по термогидрохимической технологии образуются отходы различных агрегатных состояний: твёрдого – хвосты флотации; остаток водного выщелачивания, состоящий из силикатных минералов; железо-гипсовый кек осаждения железа; газообразные – оксиды и диоксиды серы, азот, аммиак, полученные в процессе обжига; жидкие – отработанный выщелачивающий раствор.

Безотходность технологии обеспечивается: 1) кооперацией производства со строительной индустрией с использованием твёрдых отходов в качестве компонентов строительных смесей; 2) применением отработанного выщелачивающего раствора в замкнутом цикле производства после его очистки и кондиционирования; 3) использованием диоксида серы для производства серной кислоты 4) применением регенерированного сульфата аммония, полученного при использовании аммиака и серной кислоты.

На основании вышеизложенного, можно сделать общий вывод, что основные этапы научных экспериментальных исследований: низкотемпературный обжиг смеси сульфидного медно-никелевого сырья (синтезированные минералы, руда техногенного объекта; черновой флотационный концентрат, некондиционная руда) и сульфата аммония – водное выщелачивание огарка – извлечение меди, железа,

никеля и кобальта из продуктивных растворов выщелачивания, реализованы в полном объёме.

Выполнена экономическая оценка внедрения разработанной технологии, позволяющей ежегодно дополнительно производить 33319 тонн никеля и 1688 т меди. Расчётная прибыль предприятия может быть суммарно увеличена на 66638 млн руб. в сравнении с классической технологией.

На основании вышеизложенного, можно констатировать, что четвёртое научное положение убедительно доказано.

*Обоснованность и достоверность научных положений и выводов* обусловлена представительностью лабораторных проб, большим объемом экспериментальных исследований и полученных данных, использованием комплекса современных физико-химических методов анализа, корреляцией теоретического прогноза и экспериментальных результатов.

*Соответствие автореферата основным положениям диссертации.* Структура и содержание автореферата соответствуют основным положениям диссертации, однако излишне подробно изложено резюмированная суть главы 1 (стр.7-10), что привело к некоторому завышению объёма автореферата.

Представленная соискателем учёной степени работа, выгодно отличается от диссертаций аналогичного статуса глубиной проработки поставленных задач, широким диапазоном исследований. Важным достоинством работы является большой объём проведённых исследований, выполненных на высоком методическом уровне. Используемый в диссертации современный комплекс методов исследований характеризует её автора, как грамотного специалиста в области обогащения полезных ископаемых. Следует отметить логическую чёткость изложения результатов исследований, что свидетельствует о практическом опыте работы соискателя в научно-исследовательской области.

Таким образом, в представленной работе на базе обширного и хорошо проанализированного теоретического и экспериментального материала, автором обоснована технологическая возможность, экономическая целесообразность и экологическая безопасность термогидрохимической технологии переработки медно-никелевых руд и техногенных продуктов с использованием сульфата аммония. В целом, результаты, полученные автором, являются новыми научными знаниями по специальности 2.8.9. «Обогащение полезных ископаемых».

#### **Научная новизна исследований:**

- определены фазовые превращения синтезированных сульфидных минералов при низкотемпературном обжиге в смеси с сульфатом аммония, диагностированы новообразованные минеральные фазы железа, меди и никеля;

установлены особенности взаимодействия медно-никелевого природного и техногенного сырья с сульфатом аммония, заключающиеся в образовании аммоний содержащих сульфатов железа, обеднении сульфидов никеля и меди железом, в

образовании вторичных фаз, обогащенных цветными металлами и конечных продуктов взаимодействия в виде водорастворимых сульфатов никеля и меди;

- определено влияние структурно-текстурных особенностей медно-никелевых руд на интенсивность формирования сульфатов цветных металлов при низкотемпературном обжиге;

- определены значения температуры и продолжительности процесса обжига смеси медно-никелевого сырья с сульфатом аммония, приводящие к удалению железа из кристаллической решетки сульфидов и интенсивному формированию сульфатов цветных металлов в процессе взаимодействия реагента с никель- и медьсодержащими минералами.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

*Теоретическая значимость исследований заключается в развитии теории обогащения полезных ископаемых: разработке научных основ химико-металлургического обогащения медно-никелевого сырья методом низкотемпературного обжига с сульфатом аммония.*

### *Практическая значимость работы состоит в:*

- расширении сырьевой базы меди и никеля за счет использования труднообогатимого и техногенного сырья на основе установленных рациональных технологических параметров химико-металлургического обогащения;

- комплексности использования минерального сырья и безотходности термогидрохимической технологии с использованием сульфата аммония;

- возможности выбора альтернативных способов извлечения ионов меди, железа, никеля и кобальта из продуктивных растворов выщелачивания обожженной смеси на основе выявленных закономерностей и зависимостей извлечения цветных металлов от технологических параметров процессов обжига, выщелачивания, цементации и осаждения, позволяющих снизить потери ценных компонентов и получить дополнительно металлопродукцию меди и никеля;

- улучшении экологической обстановки в районе недропользования за счёт минимизации негативного воздействия газодымовых выбросов на атмосферный воздух, регенерации сульфата аммония и использования его в замкнутом цикле, производства серной кислоты из диоксида серы, безопасной утилизации твёрдой фазы выщелачивания посредством кооперации со строительной индустрией.

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

1. При исследовании процессов осаждения металлов меди, никеля, кобальта из продуктивных растворов выщелачивания установлен ряд значимых зависимостей и закономерностей, приведённых в диссертации (рис.59 - 60, стр. 112-113; рис.64, стр.116; рис.65, стр.118), которые необходимо было включить в автореферат, исключив другую, менее значимую в сравнении с данной, информацию.

2. На технологической (качественно-количественной) схеме переработки чернового концентрата (рис. 68, стр.121) следовало указать содержания гипса и природных силикатов, сконцентрированных в твёрдых отходах, планируемых к использованию в качестве добавок при производстве строительных материалов.
3. Осуществлялась ли сверка качественного состава отходов переработки (хвосты флотации, твёрдый остаток водного выщелачивания, железо-гипсовый кек осаждения) с Межгосударственным стандартом «Добавки для бетонов и строительных растворов» (ГОСТ 24211, 2008 г), который устанавливает перечень нормируемых показателей, обеспечивающих технологическую и техническую эффективность, поскольку отходы имеют различные значения содержаний примесей металлов (добавок), %: Cu = 0,042 - 0,1 и менее, Ni = 0,27 - 0,1 и менее, Fe = 4,02 - 28,72?
4. Не указаны граничные условия разработанной автором технологии при таком большом разнообразии видов минерального сырья, как природного, так и техногенного. Требуется пояснение: почему в качестве объекта исследований не рассматривались хвосты обогащения медно-никелевых руд? Отходы термогидрохимической технологии содержат достаточное количество железа, чем автор работы объясняет отсутствие операции магнитной сепарации с целью удаления потенциально вредной примеси Fe и получения попутного продукта – магнетитового концентрата?
5. Экономическая оценка термогидрохимической технологии не учитывала получение дополнительной прибыли от реализации попутной продукции (отходов), как исходного сырья для производства строительных материалов. Поскольку разработанная технология, кроме получения значительного экономического эффекта, является безотходной, поэтому целесообразно было бы сделать комплексную эколого-экономическую оценку с учётом снижения экологической нагрузки и комплексности использования минерального сырья (расчёт коэффициента комплексности).
6. В списке используемых источников диссертации даны только две ссылки на научные публикации автора (п.16 и п.17) из 14, в том числе нет ссылки на патент.

Отмеченные замечания носят пояснительный и уточняющий характер, не снижают высокой теоретической значимости и практической ценности диссертационного исследования, проведённого на высоком уровне. Эти замечания показывают всё многообразие и обширность поднятой в работе проблемы, решение которой требует больших усилий и интегрированный подход изучения.

### **Заключение**

Диссертационная работа Горячева Андрея Александровича на тему: «Обоснование и разработка термогидрохимической технологии переработки медно-никелевых руд и техногенных продуктов с использованием сульфата

аммония», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9. «Обогащение полезных ископаемых», является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно. В работе изложены новые научно-обоснованные технологические решения, позволяющие усовершенствовать технологию переработки медно-никелевого минерального сырья, увеличить извлечение цветных металлов, повысить комплексность использования сырья за счёт дополнительного получения продуктов, снизить негативное воздействие на окружающую среду, что имеет 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.

Горячев Андрей Александрович 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»,  
профессор кафедры «Водное хозяйство,  
экологическая и промышленная безопасность»  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Забайкальский государственный университет»

15 января 2024 г.

*Л.Шумилова*

Шумилова Лидия Владимировна

Тел: 89243756651, 89144798280, e-mail: shumilovalv@mail.ru.

ЗабГУ: 672039, г. Чита, ул. Александро-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.

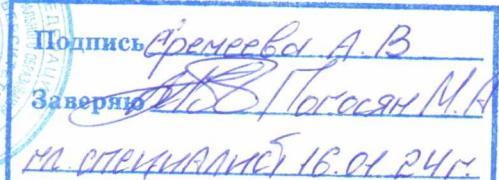
*Л.Шумилова* — Шумилова Лидия Владимировна

Подпись Шумиловой Лидии Владимировны заверяю

Директор административного департамента

« 16 » 01 2024 г.

*А. В. Еремеев*



## СВЕДЕНИЯ

об официальном оппоненте по диссертации Горячева Андрея Александровича  
на тему: «Обоснование и разработка термогидрохимической технологии переработки медно-никелевых руд и  
техногенных продуктов с использованием сульфата аммония»

№ 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.	Шумилова Лидия Владимировна	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 Профессор кафедры Водного хозяйства, экологической и промышленной безопасности Рабочий телефон: 8 (3022)416444 Email: <a href="mailto:rektorat@zabgu.ru">rektorat@zabgu.ru</a> Email: <a href="mailto:shumilovalv@mail.ru">shumilovalv@mail.ru</a> .	Учёная 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 (не более 15 публикаций):

1. Шумилова Л.В., Хатькова А.Н., Размахнин К.К., Простакишин М. Ф. Разработка технологии переработки лежальных олово-полиметаллических хвостов Шерловогорского ГОКа . ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень №12. – 152-168. 2023 г.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Шумилова Л.В., Хатькова А.Н., Размахнин К.К., Простакишин М.Ф. Исследование экологоощадящих методов повышения извлечения золота из упорного минерального сырья Вестник Забайкальского государственного университета Т. 29, № 3. С. 74-90. 2023 г.
6. 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.
7. 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), c. 156-168.
8. 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); c. 1174-1186.
9. Khatkova, A.N., Shumilova, L.V., Pateiuk, 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), c. 51-61.
10. 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), c. 1174-1186.
11. 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.
12. Шумилова Л.В., Хатькова А.Н., Размахнин К.К. Номоконова Т.С.Применение наилучших доступных технологий для повышения экологической безопасности утилизации золошлаковых отходов Вестник Забайкальского государственного университета Т. 28, № 8.2022 г.
13. Шумилова Л.В., Хатькова А.Н., Размахнин К.К., Номоконова Т.С. Применение наилучших доступных технологий для повышения экологической безопасности при утилизации золошлаковых отходов // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28. № 8. С. 23-34.
14. Khatkova, A.N., Shumilova, L.V., Pateiuk, S.A. Wasteless mineral processing technology to expand functional capabilities of eco mining concept //2022 Mining Informational and Analytical Bulletin (10), c. 51-61.
15. 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.
16. Шумилова Л.В., Хатькова 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.
  17. Шумилова Л.В., Хатькова 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
  18. Shumilova, L.V. Geotechnology-based technical integration strategy for territorial industrial systems. // Mining Informational and Analytical Bulletin. 2021, (5), p. 68–84.
  19. Шумилова Л.В., Хатькова 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.
  20. Юргенсон Г.А., Шумилова Л.В., Хатькова А.Н. Лежалые золотоносные хвосты комбината «БалейЗолото»: проблема утилизации // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 27. № 4. С. 45-54.
  21. 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), c. 40-55.
  22. Shumilova, L.V. Geotechnology-based technical integration strategy for territorial industrial systems // Mining Informational and Analytical Bulletin 2021 (5), c. 68-84.
  23. 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 цеолитсодержащих пород с целью расширения областей их практического применения] // Mining Informational and Analytical Bulletin 2021(2-3), c. 153-163.
  24. Shumilova, L.V., Khat'kova, 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), c. 173-181
  25. 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), c. 164-172.
  26. 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), c. 1046-1056.
  27. 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.
  28. 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 // Tsvetnye Metally 2021(5), c. 8-11.
  29. Shumilova, L.V. Enhancement of Gold Heap Leaching by Using a Reagent Complex Containing Hydrogen Peroxide // Metallurgist 64(7-8), c. 665-677 2020.
  30. Шумилова Л.В., Костикова О.С., Черкасов В.Г., Воронов Е.Т., Лимберова В.В. Исследование реагентного режима при флотации труднообогатимых серебро-полиметаллических руд // Вестник Забайкальского государственного университета. 2020. Т. 26. № 1. С. 68-79.
  31. 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.
32. 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.
33. 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., Простакинин М. Ф., Никоненко Т.В. «Определение извлечения золота из упорного минерального сырья».
34. 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., Простакинин М. Ф. «Определения оптимального состава активных форм окислителей при подготовке упорного сырья к выщелачиванию».
35. Пат. 2707459 Российской Федерации, МПК C 22 B 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.
- И другие.