

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.299.08,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «14» сентября 2022 г. № 25

О присуждении Зозуле Артему Михайловичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование технологии блочного подземного выщелачивания скальных урановых руд (на примере Стрельцовской группы урановых месторождений)» по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная) (технические науки) принята к защите «27» июня 2022 г., протокол № 23 диссертационным советом Д 212.299.08, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Забайкальский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЗабГУ») Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 672039, г. Чита, ул. Александрово-Заводская, 30, приказ № 363/нк от «19» марта 2020 г.

Соискатель, Зозуля Артем Михайлович, 06.06.1993 года рождения.

В 2017 г. Зозуля А.М. окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Забайкальский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЗабГУ») по специальности 21.05.04 «Горное дело» и получил квалификацию «Горный инженер (специалист)». В 2021 г. закончил обучение в заочной аспирантуре по специальности 25.00.22 – «Геотехнология подземная, открытая, строительная»). С 2017 по 2019 год работал инженером-технологом на АО «Хиагда», с 2020 года и по настоящее время является военнослужащим в звании старшего лейтенанта.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Забайкальский государственный университет» на кафедре «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Овсейчук Василий Афанасьевич, профессор кафедры «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Забайкальский государственный университет», г. Чита.

Официальные оппоненты:

1. Логачев Александр Владимирович, доктор технических наук, доцент, доцент кафедры «Горное дело» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» (ФГБОУ ВО «ЮРГПУ(НПИ) имени М.И. Платова), г. Новочеркасск, научные специальности: 25.00.21 – Теоретические основы проектирования, 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

2. Юргенсон Георгий Александрович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории геохимии и рудогенеза Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук», г. Чита, научная специальность 25.00.11 – Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Акционерное общество «Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов» (АО «Иргиредмет»), г. Иркутск.

Ведущая организация, в своем положительном отзыве, утвержденном Генеральным директором, канд. техн. наук В.Е. Дементьевым, подписанном канд. техн. наук В.А. Говориным указала, что диссертационная работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена важная научная задача – усовершенствование технологии отработки бедного уранового сырья блочным подземным выщелачиванием, имеющей существенное значение для развития горнодобывающей отрасли страны.

Диссертационная работа по своему содержанию соответствует паспорту специальности 25.00.22 — Геотехнология (подземная, открытая и строительная) и требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённых постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертационным работам на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор — Зозуля Артем Михайлович, заслуживает присуждения учёной степени

кандидата технических наук по специальности 25.00.22 — «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)».

Диссертационная работа, автореферат и отзыв обсуждались и одобрены на заседании обогатительно-металлургической секции АО «Иргиредмет», протокол №5 от «09» августа 2022 г.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ в научных изданиях, из них 6 – в изданиях, рекомендованных ВАК по научной специальности, в том числе 5 – в изданиях, входящих в базу данных Scopus, получен 1 патент РФ на изобретение.

В опубликованных работах представлены результаты исследований, которые обеспечивают решение актуальной научной задачи – усовершенствование технологии отработки бедного уранового сырья блочным подземным выщелачиванием, имеющей существенное значение для развития горнодобывающей отрасли страны.

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

Наиболее значительные работы:

1. Овсейчук, В. А. Совершенствование процесса блочного подземного выщелачивания в условиях Стрельцовского рудного поля / В. А. Овсейчук, А. М. Зозуля. – Текст: непосредственный // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 3. – С. 26–34.

2. Зозуля, А. М. Повышение эффективности подземного выщелачивания за счет снижения технологических потерь урана / А. М. Зозуля, В. А. Овсейчук. – Текст: непосредственный // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 3. – С. 17–26.

3. Овсейчук, В. А. Установление взаимосвязи между технологическими показателями при подземном выщелачивании урана / В. А. Овсейчук, А. М. Зозуля. – Текст: непосредственный // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 3. – С. 47–57.

4. Верхотуров, А. Г. Особенности скважинного подземного выщелачивания в криолитозоне Хиагдинского рудного поля / А. Г. Верхотуров, А. А. Сабигатулин, А. М. Зозуля. – Текст: непосредственный // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 3. – С. 37–47.

5. Медведев, В. В. Повышение эффективности подготовки блока к подземному выщелачиванию пологих рудных тел / В. В. Медведев, А. М. Зозуля, С. Г. Гуков. – Текст: непосредственный // Горный журнал. – 2018. – Вып. 7. – С. 49–53.

6. Овсейчук, В. А. Совершенствование рудоподготовки при блочном подземном выщелачивании скальных урановых руд в условиях

Стрельцовского рудного поля / В. А. Овсейчук, В. В. Медведев, А. М. Зозуля. – Текст: непосредственный // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2017. – № 12. – С. 32–40.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Заровняев Борис Николаевич, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Горное дело» горного института Федерального государственного автономного учреждения высшего образования «Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова», г. Якутск, научные специальности: 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика, 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

1. Предложенный расчет параметров буровзрывных работ по усовершенствованной методике, учитывающий выявленные зависимости этих параметров от физико-механических и горнотехнических свойств горных пород и руд не учитывает систему трещиноватости взрываемого рудного массива. Т.к. именно от трещиноватости и блочности массива зависит качество взрывной рудоподготовки.

2. Шестопалов Иван Николаевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, научная специальность 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

1. В автореферате приведены зависимости (7) и (8), по которым рассчитываются величины зоны регулируемого дробления горного массива и расстояние между скважинами соответственно. Не ясно, каким образом при расчете этих величин учтены и другие свойства пород, кроме крепости (например трещиноватость)?

2. Из автореферата не ясно, какова сходимость между результатами теоритическими и экспериментальными исследованиями.

3. Макишин Валерий Николаевич, д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Горное дело и комплексное освоение георесурсов», Департамент мониторинга и освоения георесурсов Политехнического института (Школы) Федерального государственного автономного образовательного университета высшего образования «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток, научная специальность 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

1. На рис. 2 не показаны блоки, характеризующие условия разделения технологических потоков на стадиях «Сорбция урана» и «Маточный раствор».

2. Плохое качество рис. 9 - сложно понять, какая из заштрихованных областей рисунка характеризует соответствующую зону гранулометрического состава отбитой руды. Не понятно, что характеризуют области, ограниченные на рисунке сплошными линиями.

4. Авдониин Геннадий Иванович, д-р техн. наук, заведующий лабораторией «Геотехнологической оценки месторождений» Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского» (ФГБУ «ВИМС»), г. Москва.

В качестве замечания можно отметить недостаточное внимание уделенное автором физико - химическим процессам блочного подземного выщелачивания, которые играют значительную роль в растворении, переносе.

5. Чебан Антон Юрьевич, канд. техн. наук, доцент, вед. науч. сотр. лаборатории геотехнологии и горной теплофизики, Институт горного дела Хабаровского Федерального исследовательского центра ДВО РАН обособленное подразделение, г. Хабаровск, научная специальность 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины.

1. Рисунки №№ 7 и 8 одинаковы, что это означает?

2. На рисунке 11 - График переотложения $U(OH)_2$ в зависимости от глубины камеры-магазина применен термин «глубина камеры», непонятно что имеется в виду, возможно, это «высота камеры»?

3. При пояснении формулы 16 приведена ссылка на преобразование формулы 23. Непонятно как связаны формулы 16 и 23? Возможно, имеется в виду не формула 23, а 15?

6. Зубков Владимир Петрович, канд. техн. наук, заместитель директора по научной работе, ФГБУ Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» - обособленное подразделение Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения Российской академии наук (ИГДС СО РАН), г. Якутск, научная специальность 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

1. Из автореферата неясно, как на практике достигается размещение рядовой по содержанию руды в нижних слоях, а бедной – в верхних слоях «блока-магазина» (Научное положение 2).

7. Камнев Евгений Николаевич, д-р геол.-минерал. наук, ученый секретарь АО «ВНИПИпромтехнологии», г. Москва, специальность 22.00.36 – Геоэкология; **Смагин Анатолий Петрович**, канд. техн. наук, начальник группы физико-химической геотехнологии АО «ВНИПИпромтехнологии», г. Москва, научная специальность 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

1. В подразделах «Научная новизна» п. 3, «Научные положения, выносимые на защиту (Второе защищаемое положение) предлагается технология формирования рудного «магазина» с применением селективной укладки горнорудной массы разного содержания: в нижних слоях «магазина» размещается рядовая руда (содержание урана более 0,050 %) в верхних слоях - бедная. При подготовке «магазина» дробленной руды под выщелачивание производится шпуровая или скважинная отбойка руды. При этом происходит перемешивание всех разновидностей руды по содержанию, то есть практически селективно послойно формировать в камере руды с заданным содержанием не представляется возможным. Это же замечание относится и к рисунку 15 «Схема рудоподготовки камеры к выщелачиванию». На схеме показана подземная камера, подготовленная для приема дробленной руды разного сорта, после рентгенорадиометрической сепарации. Но это нонсенс: руду сначала добыть, доставить на поверхность, дробить, сортировать, а потом снова отправить под землю для извлечения металла. Данная схема вполне приемлема по рудоподготовке для кучного выщелачивания.

8. Галченко Юрий Павлович, профессор, д-р техн. наук, вед. науч. сотр. отдела горной экологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем комплексного освоения недр им. акад. Н.В. Мельникова Российской академии наук, г. Москва, научная специальность 05.15.02 – Подземная разработка месторождений полезных.

Без замечаний.

Все отзывы носят положительный характер. В них отмечены актуальность темы, научная новизна и практическая значимость исследований.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их практическим опытом, высокой квалификацией, известностью научными и практическими достижениями в области геотехнологии полезных ископаемых, публикационной активностью, наличием работ, относящихся к теме диссертации и опубликованных в рецензируемых научных журналах.

Выбор в качестве ведущей организации – Акционерное общество «Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких

металлов и алмазов» (АО «Иргиредмет»), г. Иркутск обосновывается тем, что учёные института широко известны достижениями в области применения физико-химических геотехнологий при разработке месторождений полезных ископаемых, близкими к теме диссертационной работы, и могут компетентно определить научную новизну, практическую значимость работы, достоверность и обоснованность научных положений и выводов представленной диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **разработана** методика анализа геолого-технологической ситуации, позволяющая прогнозировать показатели извлечения сырья в эксплуатационных блоках; усовершенствована методика взрывной рудоподготовки бедных урановых руд к подземному блочному выщелачиванию на основе впервые полученных зависимостей параметров буровзрывных работ от содержания свободного кремнезема в отрабатываемых рудах различного вещественного состава;

– **предложена** научно обоснованная технология масштабного внедрения блочного подземного выщелачивания для отработки бедного уранового сырья;

– **доказана** перспективность вовлечения в отработку бедных урановых руд в количестве более 50 тыс. т урана методом блочного подземного выщелачивания, выемка которых нерентабельна традиционной технологией, применением технических и технологических решений предложенных автором, что обеспечивает снижение себестоимости готовой продукции предприятия на 10 % и продление срока существования горного предприятия на 15 лет;

– **введено** понятие коэффициента экономической эффективности при выборе взрывчатого вещества;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– **доказана** возможность управления качеством рудоподготовки бедного уранового сырья к подземному блочному выщелачиванию на основе выявленных зависимостей между параметрами буровзрывных работ и содержанием кремнезема в рудах;

– **применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс методов исследования: анализ литературы; патентный поиск; методы многофакторного планирования экспериментов; гранулометрический, минералогический, химический, оптический и электронно-микроскопический анализы; математическая статистика; технико-экономический анализ; лабораторные исследования, укрупненные

лабораторные и полупромышленные испытания; компьютерное моделирование технологических схем подготовки бедного уранового сырья к блочному подземному выщелачиванию;

– **изложены** доказательства того, что выявленные зависимости параметров буровзрывных работ от содержания кремнезема в обрабатываемых рудах позволяют уверенно прогнозировать гранулометрический состав магазинируемых руд, наиболее благоприятный для эффективного извлечения урана в продуктивный раствор;

– **раскрыта** сущность проблемы использования бедного минерального сырья для увеличения объемов производства готовой продукции горного предприятия и более полного использования минеральных ресурсов;

– **изучены** причинно-следственные связи эффективности процесса блочного подземного выщелачивания от эффективной рудоподготовки, минимизации негативного влияния процессов коагуляции и переотложения выщелоченного урана на извлечение урана в продуктивный раствор;

– **проведена модернизация** (усовершенствована) методики расчета параметров буровзрывных работ для подготовки горнорудной массы к подземному выщелачиванию.

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

– **разработаны и внедрены** в процесс проектирования горных работ:

– технологические схемы рудоподготовки бедных урансодержащих руд для блочного подземного выщелачивания, позволяющие снизить себестоимость готовой продукции на 10 % с суммарным расчетным экономическим эффектом в 237 млн. руб./год за счет повышения извлечения урана в раствор на 20 %;

– технологические схемы предотвращения процессов коагуляции и переотложения выщелоченного урана;

– предложена оригинальная методика анализа геолого-технологической ситуации, позволяющая прогнозировать показатели извлечения сырья в эксплуатационных блоках;

– **определены** основные рациональные режимные параметры блочного подземного выщелачивания бедных урановых руд: оптимальный гранулометрический состав выщелачиваемых руд, расход и концентрацию серной кислоты, режимы орошения замагазинированной руды;

– **создана** система практических рекомендаций по промышленному внедрению результатов научных разработок в процесс проектирования;

– **представлены** предложения повышения уровня организации горного производства ПАО «ППГХО» с учетом результатов опытно-промышленных работ, выполненных в процессе научных исследований, что позволяет повысить коэффициент использования недр, продлить срок существования горного предприятия, снизить себестоимость готовой продукции.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– **для экспериментальных работ** результаты получены: на сертифицированном оборудовании с использованием современных методов исследований, применением достоверных и аттестованных методик на базе Центральной научно-исследовательской лаборатории ПАО «ППГХО». Достоверность экспериментальных работ обоснована корректно поставленными задачами исследования, достаточным количеством отобранных проб и проведенных анализов, подтверждением итогами опытно-промышленных испытаний лабораторных результатов, высокой сходимостью теоретических показателей и результатов экспериментов, применением при проведении испытаний современных технических средств, использованием при обработке информации сертифицированных компьютерных программ, высоким экономическим эффектом от внедрения разработок в производство;

– **теория** построена на данных, которые легко проверить и, которые соответствуют ранее опубликованным результатам исследований в этой области, применением современных методов планирования с множеством переменных факторов, технологических экспериментов и статистической обработкой экспериментальных данных с применением компьютерных технологий, высокой конвергентностью результатов теоретических и экспериментальных исследований;

– **идея базируется** на критичном анализе передового опыта отработки скальных урановых руд, как российскими, так и зарубежными предприятиями, и на оценке итогов проведенных экспериментальных исследований и полупромышленных испытаний;

– **использованы** сопоставления итогов проведенных исследований с ранее полученными результатами других изыскателей по данной тематике и опубликованными в научных изданиях, рекомендуемых ВАК РФ;

– **установлено** качественное совпадение научных результатов, полученных автором, с известными результатами исследований, проведенных Всероссийским научно-исследовательским институтом химической технологии, Всероссийским научно-исследовательским институтом промышленной технологии, Московской геологоразведочной академией и рядом других научных организаций;

– **использованы** результаты анализа отечественного и зарубежного опыта отработки бедных скальных урановых руд технологией блочного подземного выщелачивания: Целинный ГОК, Новойнский ГОК, Лермонтовское рудоуправление, ГОК «Висмут» – Германия и другие.

Личный вклад автора состоит в: определении цели и задач исследования, разработке методик исследований, сборе и анализе информации, проведении исследовательских работ по установлению логических связей между горно-геологическими и технологическими параметрами рудного сырья при рудоподготовке и подземном блочном выщелачивании, разработке технологических решений, позволяющих повысить эффективность подземного блочного выщелачивания с выведением технологии на уровень рентабельности, разработке методик прогнозирования результатов разработки для проектирования и планирования горных работ.

В ходе защиты диссертации высказаны следующие критические замечания: неправомерность вывода о зависимости физико-механических свойств горных пород и руд от их вещественного состава, выраженного содержанием свободного кремнезема (SiO_2), соискателю следовало бы указывать влияние общего содержания кремнезёма на параметры буровзрывных работ; не корректна формулировка пункта научной новизны, относительно достоверного прогнозирования оптимального гранулометрического состава урановых руд и параметров буровзрывных работ; в части некорректности формулировки третьего защищаемого научного положения, которое более соответствует практической значимости, а не научной; технологические подходы, представленные соискателем (рис. 15 автореферата), могут быть приемлемы для рудоподготовки и последующего кучного выщелачивания урана.

Соискатель Зозуля А.М. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привёл собственную аргументацию: в диссертации под термином «свободный кремнезем» представлена именно двуокись кремния (SiO_2), кремний же, входящий в состав алюмосиликатов, отдельно не учитывался, поэтому утверждение о влиянии на физико-механические свойства пород общей суммы кремния, а не SiO_2 , правомерно; формулировка третьего научного положения защищена патентом RU 2685520 C1 «Способ ликвидации кольматаций при блочном подземном выщелачивании», патент имеет как практическую, так и научную новизну; подготовка горнорудной массы для выщелачивания осуществляется не выдачей ее на поверхность, а в подземных условиях – на подземном рудосортировочном комплексе, располагаемом в районе выдачного ствола.

