

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.2
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 18.09.2023 № 24

О присуждении Анисимову Кириллу Артемовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обоснование технологии отработки подкарьерных запасов алмазоносных месторождений под предохранительной подушкой в условиях Крайнего Севера» по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины принята к защите 17 июля 2023 г., протокол заседания № 8, диссертационным советом ГУ.2 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Горного университета о создании диссертационного совета от 14.11.2022 № 1772 адм.

Соискатель, Анисимов Кирилл Артемович, 05 мая 1995 года рождения, в 2019 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по специальности 21.05.04 Горное дело.

С 2019 г. по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры разработки месторождений полезных ископаемых в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре разработки месторождений полезных ископаемых федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Зубов Владимир Павлович, заведующий кафедрой разработки месторождений полезных ископаемых в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Официальные оппоненты:

Качурин Николай Михайлович – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет»,

кафедра геотехнологий и строительства подземных сооружений, заведующий кафедрой;

Трофимов Андрей Викторович – кандидат технических наук, ООО «Институт Гипроникель», Лаборатория геотехники, заведующий лабораторией;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»**, г. Новочеркасск в своем положительном отзыве, подписанном Белодедовым Андреем Алексеевичем, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Горное дело» и Игнатовым Виктором Николаевичем, доктором технических наук, профессором, профессором той же кафедры и утвержденным Пузиным Владимиром Сергеевичем, кандидатом технических наук, проректором по научной работе и инновационной деятельности, указала, что в результате выполненных соискателем исследований разработана ресурсосберегающая технология, позволяющая безопасно обрабатывать руду, содержащуюся в предохранительных рудных подушках по всем ранее указанным факторам: динамические удары, опасные перепады давления при обрушенных породных блоков в выработанном пространстве и др.

Соискатель имеет 5 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 5 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ, в том числе в 3 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и системы цитирования Scopus. Получен 1 патент на изобретение

Общий объем – 4,75 печатных листов, в том числе 3,14 печатных листов - соискателя.

Публикации в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. **Анисимов, К. А.** Геомеханические проблемы при разработке подкарьерных запасов алмазосодержащих месторождений в условиях рудника "Удачный" / **К.А. Анисимов** // Успехи современного

естествознания. – 2020. – № 5. – С. 29-36. – DOI 10.17513/use.37388.

Соискателем проведен анализ практического опыта ведения подземных горных работ при выемке подкарьерных запасов системами разработки с обрушением руд и применением предохранительной подушки, на основании которого установлена зависимость изменения толщины предохранительной подушки при различной последовательности отработки камер в пределах подэтажей.

2. **Анисимов, К. А.** Организация работ при разработке алмазосодержащих месторождений Крайнего Севера подземным способом / **К. А. Анисимов** // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2021. – № 1(143). – С. 64-72. – DOI 10.26730/1999-4125-2021-1-64-72.

Соискателем проведен анализ технико-экономических показателей систем разработки при выемке подкарьерных запасов алмазосодержащих месторождений, на основании которого даны рекомендации об организации ведения горных работ при разработке алмазосодержащих месторождений.

3. **Зубов, В.П.** Ресурсосберегающая технология подземной отработки запасов алмазосодержащих кимберлитовых рудных тел ниже дна карьера под защитной подушкой / **В.П. Зубов, К.А. Анисимов** // Горный журнал. – 2023. – №4. – С. 23-38. DOI: 10.17580/gzh.2023.04.05.

Соискателем определена толщина защитной подушки по факторам: термоизоляция подземных горных работ, исключение аэродинамической связи подземных выработок с поверхностью, опасное действие удара и воздушной волны при обрушении больших масс пород на защитную подушку; установлена зависимость толщины подушки от расстояния между фронтами очистных работ в смежных подэтажах.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

4. **Anisimov, K.A.** Substantiation of the method ensuring the safe development of the pit reserves of kimberlite ore deposits in the conditions of the Udachny mine / **K. A. Anisimov, V. P. Zubov** // E3S Web of Conferences, 266 (2021) 03013 – Saint Petersburg, 2021. – DOI 10.1051/e3sconf/202126603013 (рус.: Обоснование технологии по обеспечению безопасной разработки подкарьерных запасов месторождений кимберлитовых руд в условиях рудника «Удачный»).

Соискателем предложены варианты технологических схем проведения подземных горных работ при формировании предохранительной подушки.

5. **Anisimov, K.A.** Modern technologies of the development of diamondiferous deposits / **Anisimov K.A., Nikiforov A.V.** // Bulletin of the Tomsk

Polytechnic University, Geo Assets Engineering. – 2023. – V. 334, № 1. – P. 196-208. DOI 10.18799/24131830/2023/1/3837 (рус. Современные технологии отработки алмазоносных месторождений).

Соискателем определены перспективные направления совершенствования современных технологий подземной отработки алмазоносных месторождений полезных ископаемых с использованием предохранительных подушек.

Патенты:

6. Патент № 2755772 Российская Федерация, МПК E21C 41/00. Способ разработки близкорасположенных алмазосодержащих рудных тел. Заявка № 2021106653. Дата приоритета: 15.03.2021. Дата регистрации: 21.09.2021. Авторы: В.П. Зубов, **К.А. Анисимов**. Заявитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». – 11 с.

Соискателем определена минимально необходимая толщина защитной породной подушки, при которой обеспечивается безопасная отработка руды, заключенной в нижерасположенной рудной подушке.

Апробация работы проведена на:

1. XV Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» (12-16 апреля 2021 года, г. Санкт-Петербург);

2. XVII Международный форум-конкурс студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования» (19-21 мая 2021 года, г. Санкт-Петербург);

3. Международная научно-практическая конференция "Горнодобывающая промышленность в 21 веке: вызовы и реальность" (15-16 сентября 2021 года, г. Мирный (Якутия).

В диссертации Анисимова Кирилла Артемовича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: начальника Отдела горного проектирования ООО «ПроТех Инжиниринг»-«Санкт-Петербург», к.т.н. **Д.В. Уразова**; профессора НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», д.т.н., профессора **В.Ф. Демина**; заведующего лабораторией подземной разработки рудных месторождений ИГД СО РАН, д.т.н., в.н.с. **С.А. Неверова**; ведущего инженера отдела подземной разработки месторождений ООО «Институт Гипроникель», к.т.н. **А.А. Черкашина**; ведущего специалиста по подземным горным работам АО «Полиметалл УК», к.т.н. **М.Д. Морозова**; ведущего

научного сотрудника лаборатории горной геомеханики АО «НЦ ВостНИИ», к.т.н. **Д.В. Осминина**; ведущего инженера-геомеханика АО «Серебро Магадана», к.т.н. **В.В. Ярошенко**; технического директора ООО «Научно-экспертный центр «Геотех Промбезопасность», к.т.н. **А.Б. Соколова**; советника генерального директора по организационному развитию АО «Гипроцветмет», д.т.н., профессора **А.Д. Смычника**.

В отзывах дана положительная оценка проведенных исследований, отмечена актуальность рассмотренной проблематики и практическая значимость разработанной ресурсосберегающей технологии отработки подкарьерных запасов алмазоносных месторождений под предохранительной подушкой.

В отзывах имеются замечания:

1. Каким образом исключается аэродинамическая связь между поземными горными работами и поверхностью подушки? Или она есть (в разумных мощностях), ее можно рассчитать и регулировать толщиной подушки, крупностью материала и т.д.? (д.т.н. **А.Б. Соколов**);

2. Не окажется ли крупнообломочное состояние руды подушки из кимберлита на заключительном этапе препятствием для безопасного выпуска руды? (д.т.н. **А.Б. Соколов**);

3. Как практически определить толщину рудной предохранительной подушки m , породной подушки h , а также h_1 , h_2 (д.т.н. **А.Б. Соколов**);

4. В названии диссертации указывается на условия Крайнего Севера, следует ли полагать, что в более южных широтах идеи диссертации не применимы? (д.т.н. **А.Б. Соколов**);

5. В Первой и во Второй научных новизне говорится, что «установлены зависимости и закономерности», однако по тексту автореферата отсутствует их классическое представление в виде графической или формализованной интерпретации (д.т.н. **С.А. Неверов**);

6. На наш взгляд, первая и вторая научные новизны соответствуют 3-му научному положению. Научная новизна формулирует научное положение. В чем новизна для первого и второго научных положений? (д.т.н. **С.А. Неверов**);

7. Из автореферата не ясно, за счет чего уменьшается мощность предохранительной подушки на 20-30 и более %. Породы подушки попадают в выпуск, т.е. толщина подушки снижается за счет разубоживания, это является очевидным моментом при освоении технологий с обрушением! Тогда, как автор учитывает возможное "пополнение" подушки породой за счет обрушения (самообрушения) вмещающих боковых пород? (д.т.н. **С.А. Неверов**);

8. Из рис. 3, 4 и 6 размеры (в поперечнике) эквивалентного (сыпучего) материала сопоставимы с линейным размером верхних граней шестигранника (отбиваемой панели), т.е. видно нарушение геометрического масштаба моделирования, соответственно и не соблюдается показатель сыпучести, который, как раз и, зависит от гранулометрического состава, плотности упаковки сыпучего материала в модели, коэффициента разрыхления, влажности, слеживаемости и др. Отсюда искажается фигура выпуска и соответственно движение материала. Поэтому здесь требуются пояснения как соблюдалось геометрическое, кинематическое и динамическое подобие при физическом моделировании? (д.т.н. С.А. Неверов);

9. Из физической модели не совсем ясно, как осуществлялся торцовый слоевой выпуск (при имитации мгновенного выпуска руды из отбитой панели и слоевого выпуска – результаты разные) (д.т.н. С.А. Неверов);

10. Из автореферата не ясно исследовались ли потери и разубоживание руды при выпуске рудной подушки (д.т.н. С.А. Неверов);

11. В автореферате не отмечены численные значения потерь и разубоживания руды, которые характерны для предложенной технологии отработки подкарьерных запасов, содержащихся в предохранительной рудной подушке. Вопрос потерь и разубоживания является существенным, поскольку на основе этой информации составляется качественная планограмма выпуска руды (к.т.н. М.Д. Морозов);

12. В диссертации отсутствуют понятия "предельно допустимое разубоживание в дозе /порции выпуска" и "содержание полезного компонента в товарной руде" после которого прекращается выпуск руды (к.т.н. М.Д. Морозов);

13. Не рассмотрено решение задачи в качественной постановке, с моделированием в программном обеспечении содержаний полезных компонентов в блочной геологической модели → позволяющем моделировать процессы выпуска руды с учётом качественной картины в каждой дозе / порции выпуска руды (к.т.н. М.Д. Морозов);

14. Из автореферата не совсем ясно - использовались ли автором математическое моделирование или планируется ли его использование в будущем при продолжении исследований? На мой взгляд, применение математического (имитационного) моделирования в дополнение к физическим моделям при продолжении рассматриваемых исследований повысит позволит учитывать множество изменяющихся параметров, создаст базу для исследований на разных типах месторождений (не только применительно к кимберлиту) (к.т.н. Д.В. Уразов);

15. В связи с началом внедрения технологий с самообрушением руды на одном из рудников АК «Алроса» предполагаю, что актуально включить данную технологию в будущие исследования автора. В будущем система разработки с блоковым самообрушением, преимущественно применяемая на зарубежных алмазных и медных рудниках в настоящий момент, может быть также широко внедрена на крутопадающих месторождениях России (к.т.н. **Д.В. Уразов**);

16. В работе не рассмотрен вопрос управления качеством руды при извлечении запасов предохранительной подушки на границе руды и породы (к.т.н. **А.А. Черкашин**);

17. В работе не рассмотрен вопрос возможности использования иных материалов кроме породы для формирования предохранительной подушки (к.т.н. **А.А. Черкашин**);

18. В третьем защищаемом положении автором отмечается, что невыполнение требований к минимально допустимой толщине защитных подушек по факторам «исключение прямых аэродинамических связей подземных выработок с карьерным пространством» и «термоизоляция подземных горных работ» может быть нейтрализовано при проведении соответствующих организационно-технических мероприятий. Какие именно рассматривались организационно-технические мероприятия? (к.т.н. **Д.В. Осминин**);

19. Из автореферата не совсем понятно, за счёт чего осуществляется создание породной подушки силой взрыва? Разработана ли технологическая схема создания равномерной толщины породной подушки силой взрыва со стороны выработанного пространства? (к.т.н. **В.В. Ярошенко**);

20. Учитывая климатические особенности региона, оценивал ли автор возможность смерзания породной/рудной подушек и их локального зависания в процессе ведения очистных работ? (к.т.н. **В.В. Ярошенко**).

Выбор официальных оппонентов обосновывается их работой в ведущих профильных организациях, занимающихся исследованиями в области подземной разработки рудных месторождений, а также высоких профессиональным авторитетом в области разработки месторождений твердых полезных ископаемых в сложных горно-геологических и климатических условиях.

Выбор ведущей организации обосновывается наличием в структуре организации профильных подразделений, а также большим количеством специалистов в области горного дела и значительным количеством научных публикаций в ведущих рецензируемых изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея обеспечения безопасности процесса извлечения алмазосодержащей руды из предохранительных рудных подвижных массивов на завершающем этапе отработки алмазоносных трубок;

предложена оригинальная ресурсосберегающая технология отработки подкарьерных запасов, включающая выемку алмазосодержащей руды на завершающем этапе отработки кимберлитовых трубок;

доказана зависимость толщины предохранительной рудной подушки от расстояния между фронтами очистных работ в смежных подэтажах в условиях отработки кимберлитовой трубки «Удачная»;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана эффективность разработанной методики проведения лабораторных исследований процессов деформирования защитных подушек при подземной отработке алмазоносных трубок;

использован комплекс известных базовых методов исследований, в т.ч. физическое моделирование отработки кимберлитовых трубок системами разработки с обрушением руд под защитой предохранительной подушки на разработанных экспериментальных моделях;

изложены доказательства эффективности и безопасности применения разработанной технологии извлечения полезного ископаемого из защитной рудной подушки на завершающей стадии отработки подкарьерных запасов алмазоносных рудных тел;

раскрыты противоречия между безопасностью и полнотой извлечения руды из предохранительной подушки при разработке подкарьерных запасов кимберлитовых трубок;

изучены причинно-следственные связи между параметрами защитной породной подушки и безопасностью горных работ по различным факторам;

проведена модернизация известных моделей и методов исследований с целью получения новых результатов по теме диссертации, разработан стенд для исследования влияния очистных работ на процессы деформации и опускания предохранительной подушки.

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

разработаны и внедрены в учебный процесс при подготовке горных инженеров современные учебно-методические рекомендации по проектированию и ведению горных работ на подземных рудниках в сложных горно-геологических и климатических условиях;

определены перспективы практического использования предложенной технологии на алмазоносных месторождениях АК «АЛРОСА»;

создана система практических рекомендаций по разработке алмазоносных рудных тел, обеспечивающих полноту извлечения подкарьерных запасов кимберлитовых трубок;

представлены методические рекомендации по определению порядка развития подземных горных работ при выемке подкарьерных запасов алмазоносных рудных под предохранительными рудными и/или породными подушками;

Оценка достоверности результатов исследования выявила: для **экспериментальных работ** показана воспроизводимость результатов исследований по изучению закономерности движения рудных и породных предохранительных подушек на различных этапах отработки кимберлитовой трубки;

теория построена на проверяемых данных и согласуется с опубликованными результатами экспериментальных исследований по теме диссертации;

идея базируется на обобщении передового опыта разработки подкарьерных запасов алмазоносных месторождений полезных ископаемых;

использовано сравнение полученных в диссертационном исследовании данных с материалами научных исследований по теме диссертации;

установлено влияние порядка отработки подэтажей на толщину предохранительной рудной подушки;

использованы современные методы анализа, а также сбора и обработки полученной информации о состоянии подземных горных работ, позволяющие оценивать движение подвижных сыпучих рудных и породных массивов с учётом изменяющихся горно-геологических условий.

Личный вклад соискателя состоит во включённом участии на всех этапах диссертационных исследований: в определении задач и методов исследований технологий подземной разработки алмазоносных месторождений; проведении анализа современного состояния подземных горных работ на месторождениях АК «АЛРОСА»; получении аналитических зависимостей и формулировании защищаемых положений; проведении лабораторных исследований; подготовке основных публикаций по выполненной работе и заявки на изобретение.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний.

Соискатель Анисимов К.А. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 18.09.2023 диссертационный совет принял решение присудить **Анисимову К.А.** ученую степень кандидата технических наук за разработку новой научно обоснованной ресурсосберегающей технологии, обеспечивающей безопасную отработку подкарьерных запасов алмазонасных месторождений полезных ископаемых, что имеет большое значение для развития алмазодобывающей отрасли.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 7 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председательствующий
Заместитель председателя
диссертационного совета



Жуков
Иван Алексеевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Ковальский
Евгений Ростиславович

18.09.2023 г.