

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.111.02, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МАГНИТОГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Г.И. НОСОВА», МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 23.09.2022 № 18

О присуждении Зубкову Антону Анатольевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Интенсификация горных работ и снижение рисков эксплуатации рудного месторождения системами разработки с твердеющей закладкой при переходе к новому технологическому укладу» по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная) принята к защите 22 июня 2022 года, протокол № 13, диссертационным советом Д 212.111.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38, приказ №714/нк от 02.11.2012 года.

Соискатель – Зубков Антон Анатольевич, «03» июля 1983 года рождения.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Интенсификация подземной добычи руд камерными системами разработки с твердеющей закладкой» защитил в 2008 году в диссертационном совете, созданном на базе Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова.

Работает в должности доцента кафедры разработки месторождений полезных ископаемых в ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре Разработки месторождений полезных ископаемых ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.

Носова» (МГТУ им. Г.И.Носова), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – профессор, доктор технических наук Рыльникова Марина Владимировна, заведующая отделом теории проектирования освоения недр ФГБУН «Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук» (ИПКОН РАН), г. Москва.

Официальные оппоненты:

1. Габараев Олег Знаурович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)», г. Владикавказ, заведующий кафедрой горного дела;

2. Кузьмин Евгений Викторович, доктор технических наук, профессор, ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» ГК Росатом, г. Москва, главный специалист;

3. Стась Галина Викторовна, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», г. Тула, доцент кафедры геотехнологий и строительства подземных сооружений

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук» (ИГД УрО РАН), г. Екатеринбург, в своем положительном отзыве, подписанным Антипиным Юрием Георгиевичем – кандидатом технических наук, заведующим лабораторией подземной геотехнологии, Корнилковым Сергеем Викторовичем – доктором технических наук, профессором, главным научным сотрудником аналитической группы и утвержденным директором ИГД УрО РАН Соколовым Игорем Владимировичем, указала, что диссертация «Интенсификация горных работ и снижение рисков эксплуатации рудного месторождения системами разработки с твердеющей закладкой при переходе к новому технологическому укладу» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой обоснована совокупность актуальных научно-технических решений по определению условий и параметров перехода подземного рудника к новому технологическому укладу в сложных горно-геологических, геомеханических и горнотехнических условиях с обеспечением интенсификации горных работ для повышения эффективности и сниже-

ния рисков функционирования горнотехнических систем, что имеет важное социально-экономическое значение для развития горнодобывающей промышленности России. Диссертация отвечает требованиям п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор – Зубков Антон Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

Соискатель имеет 33 научные работы, из них 14 статей опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ и входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования; 17 — в прочих изданиях; 1 монография, 1 учебное пособие, кроме того получено 19 патентов РФ на изобретения и полезные модели.

Наиболее значительные работы по теме диссертации:

1. Совершенствование технических решений при креплении горных выработок фрикционной анкерной крепью СЗА в сложных горно-геологических условиях / А.А. Зубков, П.В. Волков, И.М. Кутлубаев, С.С. Неугомонов // Горный журнал. — 2022. — № 1. — С. 92–96.

2. Совершенствование конструкции и технологии установки крепей с фрикционным закреплением / А.А. Зубков, А.В. Зубков, И.М. Кутлубаев, В.В. Латкин // Горный журнал. — 2016. — № 5. — С. 48–52.

3. Технологические особенности возведения усиленной комбинированной крепи на подземных рудниках / В.Н. Калмыков, В.В. Латкин, А.А. Зубков, С.С. Неугомонов, П.В. Волков // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2015. — № S4–2. — С. 63–69.

4. Перспективные способы крепления горных выработок на подземных рудниках / А.А. Зубков, В.В. Латкин, С.С. Неугомонов, П.В. Волков // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2014. — № S1–1. — С. 106–117.

5. Разработка технологии механизированного крепления горных выработок методом «мокрого» набрызг-бетонирования на подземных рудниках ОАО «Учалинский ГОК» / З.Р. Гибадуллин, В.Н. Калмыков, А.А. Зубков, С.С. Неугомонов, П.В. Волков, Е.И. Пушкарев // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-

технический журнал). — 2013. — № S 27. — С. 64–71.

6. Technology for fixing mine workings by spraying concrete in the conditions of the Ural mines / A.A. Zubkov, P.V. Volkov, R.V. Kulsaitov, A.M. Magitov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». — 2020. — С. 052059.

7. Justification of the technology of construction of mine shafts for the conditions of the Maly Kuibas deposit / V.N. Kalmykov, A.A. Zubkov, P.V. Volkov, R.V. Kulsaitov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. International Science and Technology Conference «Earth Science», ISTC EarthScience. — 2022. — Chapter 1. — С. 022014.

8. Analysis and Generalization of Experience in the Application of Technologies for Supporting Mine Workings in Difficult Mining and Geological Conditions / V.N. Kalmykov, A.A. Zubkov, P.V. Volkov, S.A. Korneev // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 988. — 2022. — С. 022024.

9. Опытнo-промышленные испытания технологии закладки выработанного пространства Учалинского карьера отходами обогатительного передела / В.Н. Калмыков, О.В. Зотеев, Ан.А. Зубков, А.А. Гоготин, Ар.А. Зубков // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. — 2013. — № 7. — С. 4–8.

10. Зубков А.А. К вопросу совершенствования применения камерных систем разработки с закладкой выработанного пространства / А.А. Зубков // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. — 2008. — № 2 (22). — С. 23–27.

11. Калмыков В.Н. К вопросу повышения интенсивности отработки месторождений системами с закладкой выработанного пространства / В.Н. Калмыков, А.А. Зубков // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. — 2007. — № 1 (17). — С. 28–31.

В научных работах соискателя: отражены условия и факторы интенсификации горных работ при камерных системах разработки с закладкой выработанного пространства; представлены усовершенствованные конструкции и разработанные методы расчета анкерной и комбинированной крепей горных выработок; описаны установленные закономерности влияния способа возведения и вида анкерной и комбинированной крепей на скорость проходки подземных выработок; изложено влияние технологии закладочных

работ, состава закладочной смеси и способов ее приготовления и подачи в выработанное пространство, способа формирования закладочных массивов на интенсивность горных работ; результаты апробации на горнодобывающих предприятиях России и ближнего зарубежья.

Общий объем наиболее значительных публикаций составляет 24,62 печатных листов, из них доля автора – 6,5 печатных листа. В публикациях соискателя в полном объеме отражены основные результаты диссертационной работы, выводы и рекомендации. Сведения об опубликованных работах достоверны.

В диссертации соискатель ученой степени ссылается на авторов или источники заимствования материалов и результатов. При использовании в диссертации результатов научных работ, выполненных в соавторстве, соискатель отмечает это обстоятельство. Недобросовестных заимствований нет.

На диссертацию и автореферат поступило 17 отзывов, все положительные, в них имеются замечания:

1. **Айнбиндер И.И., д.т.н., проф.,** заведующий отделом, **Пацкевич П.Г., к.т.н.,** старший научный сотрудник, Институт проблем комплексного освоения недр Российской академии наук им. Н.В. Мельникова, г. Москва: 1. Одним из важнейших научных и практических результатов, представленных в работе, является разработка и широкое практическое внедрение технологий крепления выработок с применением анкеров СЗА, в том числе в сочетании с армокаркасами и торкретбетоном. Непонятно, почему автором в явном виде не показан научный приоритет в данной области. 2. Разработанные технологические решения по ускоренному безопалубочному возведению закладочных перемычек могут быть применены в различных областях горного производства и подземного строительства. В этой связи было целесообразно выполнить оценку потенциально возможных областей их применения.

2. **Дик Ю.А., к.т.н.,** начальник отдела горной науки АО «Уралмеханобр», г. Екатеринбург: В автореферате диссертации не отражены технико-технологические решения по повышению интенсификации отработки месторождения с применением слоевых систем разработки с твердеющей закладкой, получивших достаточно широкое использование на месторождениях ценных руд.

3. **Дудин А.А.**, директор, **Лысенко М.В.**, технический директор, ООО НИЦ-ИПП «РАНК», г. Кемерово: 1. В таблице 1 автореферата рекомендуемый состав бетона имеет расход цемента на 180 кг больше, чем традиционный состав. Не повлияет ли это значительное увеличение затрат на возведение перемычек? 2. Из рисунка 6 автореферата не ясно, с чем связано сокращение затрат времени на бурение шпуров под анкеры при креплении анкерами СЗА, по сравнению с анкерами ЖБШ? 3. В таблице 2 представлены параметры анкерного крепления СЗА. Требуется дополнительное пояснение, данные параметры характерны для всех рудников или для каждого рудника требуется их самостоятельное уточнение расчетным путем?

4. **Еременко В.А.**, д.т.н., проф. РАН, директор научно-исследовательского центра «Прикладная геомеханика и конвергентные горные технологии» Горного института НИТУ «МИСиС», г. Москва: Отсутствие в автореферате сведений о широкомасштабной промышленной апробации разработанных в диссертации технико-технологических решений на горных предприятиях России и Казахстана и отсутствие оценки экономической эффективности их внедрения на горных предприятиях.

5. **Сергеев С.В.**, д.т.н., проф., ведущий научный сотрудник лаборатории горного давления и сдвижения горных пород ОАО «ВИОГЕМ», г. Белгород: 1. Из автореферата не ясно, какие методы мониторинга за состоянием массива и крепи предполагаются применять при ускоренной выемке руды и креплении горных выработок. 2. Не ясно какие временные интервалы необходимы для сохранения устойчивости массива до закрепления при восходящей системе отработки с учетом различных механических характеристик массива. 3. Экспериментальные работы проведены при разработке рудных месторождений. Возможно ли применение предлагаемой технологии на других месторождениях? 4. Некоторые рисунки и графики в автореферате носят упрощенный характер, что затрудняет ознакомление с результатами исследований. 5. Отсутствуют сведения, когда целесообразно применение торкрет и набрызг-бетона, поскольку известно, что составы отличаются размером заполнителя;

6. **Селюков А.В.**, д.т.н., доц., заведующий кафедрой «Открытые горные работы», ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово: 1. На рисунке 2 - Самозакрепляющаяся анкерная крепь, (стр.15 автореферата) не приведены расшифровки обозначений формулы, и по своей

информационной содержательности схема повторяет рисунок 14, после которого и приведена формула несущей способности самозакрепляющегося анкера. 2. По таблице 2 не определено влияние насыщения массива горных пород водой на самозакрепляющиеся анкера.

7. **Сытенков В.Н., д.т.н., проф.,** заведующий отделом «Методические основы оценки проектной и технической документации на разработку месторождений твердых полезных ископаемых», **Швабенланд Е.Е., к.т.н.,** заведующий сектором анализа проектов на разработку месторождений цветных, редких, благородных металлов, ФГБУ «ВИМС», г. Москва: Отсутствие в автореферате подтверждения промышленной апробации результатов исследований, внедренных на ряде крупных рудников, о чем свидетельствуют публикации автора.

8. **Рассказов И.Ю., чл.-корр. РАН, д.т.н., проф.,** директор Хабаровского федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск: В автореферате автор явно не указывает на промышленную апробацию разработанных решений, хотя широко известно о промышленном внедрении в производство предложенных конструкций и методов обоснования их параметров. Безусловно отображение этого факта в автореферате повысило бы его ценность и значимость диссертации.

9. **Макаров А.Б., д.т.н., проф.,** главный консультант по геомеханике SRK Consulting (Russia) Ltd, **Ливинский И.С.,** директор, руководитель отдела геомеханики и гидрогеологии, ISRM, MAusIMM SRK Consulting (Russia) Ltd, г. Москва: 1. Ввиду того, что научно обоснованные новые запатентованные автором решения (например, конструкций СЗА) применяются на многих рудниках России и за рубежом, не ясно, почему в автореферате речь идет только об одном месторождении? Более широкая география, систематизированная должным образом в рамках диссертации, равно как колоссальный экономический эффект, позволяют говорить о решении крупной научной проблемы, а не о совокупности актуальных научно-технических решений. 2. Не ясно, почему в автореферате диссертационной работы автор не указывает социально-экономический эффект, ведь, наряду с высокими экономическими показателями, на лицо эффекты, связанные с широкими возможностями для обеспечения требований промышленной безопасности на весьма высоком и технически новом уровне. 3. Не ясно, почему в автореферате диссер-

тационной работы автор не указывает социально-экономический эффект, ведь, наряду с высокими экономическими показателями, на лицо эффекты, связанные с широкими возможностями для обеспечения требований промышленной безопасности на весьма высоком и технически новом уровне?

10. **Рыбин В.В., д.т.н.**, доцент, заведующий сектором геомониторинга и устойчивости бортов карьеров, ведущий научный сотрудник, Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук, г. Апатиты: Стоит пояснить как именно применение твердеющей закладки и усовершенствованных конструкций самозакрепляющихся анкеров способствует переходу к новому технологическому укладу, а также что именно понимается автором в работе под термином «новый технологический уклад», и в чем его отличие от действующего технологического уклада.

11. **Анушенков А.Н., д.т.н.**, заведующий кафедрой «Подземная разработка месторождений», Институт горного дела, геологии и геотехнологий Сибирского федерального университета, г. Красноярск: По автореферату в качестве замечания хотелось отметить, что автор в автореферате не указал на широкую промышленную апробацию и внедрение обоснованных в диссертации технологий на горных производствах России и ближайшего зарубежья.

12. **Барях А.А., д.т.н.**, академик РАН, и.о. руководителя научного направления «Горные науки» Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН, г. Пермь: По автореферату в качестве замечания считаю необходимым подчеркнуть, что на мой взгляд 19 патентов — это серьезный научный вклад автора диссертации в развитие горных технологий, научная новизна которого подтверждается Роспатентом, а практическую значимость — положительными результатами использования на крупных подземных рудниках.

13. **Зубов В.П., д.т.н.**, проф., заведующий кафедрой разработки месторождений полезных ископаемых Санкт-Петербургского горного университета, г. Санкт-Петербург: 1. В автореферате на с. 37 указано, что «... внедрение комплекса инновационных технологических решений позволяет снизить уровень риска практически на порядок». Следует пояснить, о каком базовом уровне риска (риск чего?) идет речь, а также как трактовать в рамках научной работы формулировку «практически на порядок»? 2. Следует дополнительно пояснить, по каким критериям горно-

геологические, геомеханические и горнотехнические условия отнесены автором диссертации к «сложным»?

14. **Неверов А.А., д.т.н.**, ведущий научный сотрудник, лаборатория подземной разработки рудных месторождений ИГД СО РАН, г. Новосибирск: 1. Рис. 7. В чем особенность использования в расчетах крепи «пирамиды вывала», а не классического свода обрушения? 2. Рис. 9-11. В автореферате не сказано, как получены данные закономерности. 3. В автореферате не приведена информация о параметрах системы мониторинга приконтурного массива и крепи горных выработок, что представляется актуальным в особо сложных горно-геологических условиях месторождения. 4. В автореферате отсутствует информация о мерах обеспечения устойчивости кровли при отработке в восходящем порядке смежных камер шириной 10, 16 и 25 м в условиях технологического недозаклада или усадки закладки в соседней камере.

15. **Джаппуев Р.К.**, заместитель главы Эльбрусского муниципального района Кабардино-Балкарской Республики, **Текуев Р.А.**, консультант, Кабардино-Балкарская Республика, Эльбрусский район, г. Тырнауз. Замечаний нет.

16. **Сабянин Г.В., к.т.н.**, начальник Управления по горно-обогатительному производству Производственно-технического департамента, ПАО «ГМК «Норильский никель», г. Москва. Замечаний нет.

17. **Юн А.Б., д.т.н.**, управляющий менеджер проекта, Опытный гидрometаллургический завод, Республика Казахстан, г. Жезказган. Замечаний нет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их значительным научно-практическим опытом, высокой квалификацией, известностью научными и практическими достижениями в области подземной разработки месторождений системами с твердеющей закладкой, исследования методов расчета крепления горных выработок, исследования параметров геотехнологических процессов, обеспечивающих повышение эффективности и снижение риска эксплуатации месторождения, активной научной позицией, наличием работ, касающихся темы диссертации, опубликованных в рецензируемых научных журналах.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана оригинальная научная идея интенсификации горных работ и снижения риска эксплуатации рудных месторождений системами разработки с твердеющей закладкой на основе выявления сдерживающих интенсификацию горных работ факторов и синхронизации продолжительности основных и вспомогательных геотехнологических процессов с определением рационального порядка отработки месторождения;

предложено новое решение повышения интенсивности отработки запасов рудного месторождения системами разработки с твердеющей закладкой выработанного пространства при переходе к новому технологическому укладу, обеспечивающему качественный рост производственной мощности рудника на основе совершенствования геотехнологических процессов, сдерживающих рост интенсивности горных работ: проходка и крепление горных выработок, формирование изолирующих перемычек, несущих потолочин, заполнение выработанного пространства твердеющей смесью, а также определение рационального направления развития горных работ;

доказана перспективность перехода горнотехнической системы с применением твердеющей закладки к новому технологическому укладу с внедрением новых технологических решений по способу обеспечения устойчивости выработок, конструктивным особенностям различных видов крепи, методикам расчета их параметров на горных предприятиях России и ближнего Зарубежья;

введена корректировка в трактовку понятия нового технологического уклада горнотехнической системы, представляющего собой целостные и устойчивые образования, в рамках которых осуществляется полный геотехнологический цикл освоения месторождения, предусматривающий совершенствование сопряженных геотехнологических процессов, сдерживающих рост интенсивности горных работ;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, расширяющие существующие представления об условиях перехода подземного рудника к новому технологическому укладу в сложных горно-геологических, геомеханических и горнотехнических условиях, обеспечивающие интенсификацию горных работ, повышение эффективности и снижение рисков функционирования горнотехнических систем;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс методов исследований, включающий анализ источников научно-технической

информации по тематике работы, мониторинг состояния массива горных работ на действующих рудниках; проведение лабораторных, опытно-промышленных и промышленных экспериментов; физическое, математическое и экономико-математическое моделирование, натурные эксперименты по изучению конструкций, показателей возведения и несущей способности крепи, лабораторные и натурные исследования свойств и состояния природных и техногенных массивов; масштабные опытно-промышленные эксперименты в условиях действующих подземных рудников; статистическая обработка результатов исследований;

изложены технологии перехода подземного рудника к новому технологическому укладу в сложных горно-геологических, геомеханических и горнотехнических условиях, обеспечивающие интенсификацию горных работ, повышение эффективности и снижение рисков функционирования горнотехнических систем;

раскрыты методические положения расчета параметров самозакрепляющейся анкерной крепи различной модификации в сочетании с усиливающими элементами в специфических горно-геологических, геомеханических и горнотехнических условиях, отличающиеся учетом способа и характера закрепления анкера в замке и силового воздействия дополнительных несущих элементов;

изучены зависимости нормативной прочности твердеющей закладочной смеси от ширины камер и мощности несущего слоя при нисходящем и восходящем порядках отработки месторождения с введением уточняющих коэффициентов;

проведена модернизация алгоритма принятия решения по обоснованию параметров технологии и способа формирования изолирующих перемычек безопалубочным методом в режиме непрерывной подачи смеси, исключая цикличность процесса.

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

разработаны и широко апробированы в промышленном масштабе геотехнологические решения по определению условий и параметров перехода подземного рудника к новому технологическому укладу в сложных горно-геологических, геомеханических и горнотехнических условиях, обеспечивающие интенсификацию горных

работ, повышение эффективности и снижение рисков функционирования горнотехнических систем;

определены области использования результатов работы: разработка проектов вскрытия и освоения запасов рудных месторождений в сложных условиях, подготовка инженеров по специальности «Горное дело»;

создана методическая база для разработки научно-практических рекомендаций по повышению интенсивности горных работ и становлению нового технологического уклада на крупных отечественных подземных рудниках, выполнена оценка эффективности и рисков при их реализации;

представлены технологические рекомендации по повышению интенсивности горных работ на подземных рудниках при разработке мощных рудных месторождений в сложных горно-геологических, гидрологических и геомеханических условиях.

Основные положения диссертационной работы использованы в проектных решениях по отработке месторождений Учалинское, Узельгинское, Озерное, Гайское.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены с использованием достоверных исходных данных, апробированных методов исследования, методик аналитических расчетов и сертифицированного оборудования, сопоставлением с результатами практики эксплуатации месторождений;

теория обеспечена представительностью и надежностью исходных данных для анализа и расчета, корректностью постановки задач исследований и согласуется с опубликованными ранее теоретическими и практическими исследованиями других авторов;

идея базируется на результатах анализа и обобщения отечественного и зарубежного опыта подземной и комбинированной разработки рудных месторождений;

использованы сравнения авторских данных с данными работы предприятий, ведущих подземную разработку рудных месторождений в сложных условиях, а также результатами других исследователей;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методики сбора и обработки информации при корректном применении методов экспертных оценок, факторного анализа и статистических методов.

Результаты исследований рекомендованы к использованию проектными и научно-исследовательскими институтами горного профиля, а также горными предприятиями при обосновании условий интенсификации горных работ для снижения риска эксплуатации рудных месторождений камерными системами разработки с твердеющей закладкой выработанного пространства.

Личный вклад автора состоит в изучении условий и факторов интенсификации горных работ при камерных системах разработки с закладкой выработанного пространства, в участии на всех этапах исследований в: проведении экспериментально-аналитических и натурных исследований в рудничных условиях, выполнении расчетов, анализе практического опыта освоения рудных месторождений и разработке технологических рекомендаций, обобщении результатов полученных результатов, подготовке 33 публикаций по представленной к защите работе и получении 19 патентов, включая усовершенствование конструкции и разработку методов расчета анкерной и комбинированной крепи горных выработок; оценке влияния способа возведения и вида анкерной и комбинированной крепи на скорость проходки подземных выработок; определении технологических характеристик, несущей способности крепи и скорости ее набора для обеспечения интенсификации горных работ, разработке алгоритма выбора и оценки параметров крепи; установлении закономерностей влияния технологии закладочных работ, состава закладочной смеси и способов ее приготовления и подачи в выработанное пространство, способа формирования закладочных массивов на интенсивность горных работ; разработке технологических рекомендаций по повышению интенсивности горных работ и становлению нового технологического уклада на крупных отечественных подземных рудниках. Все результаты, приведенные в диссертации, получены либо самим автором, либо при его непосредственном участии.

В ходе защиты были высказаны следующие критические замечания.

В отзыве ведущей организации:

1. На рисунке 7 автореферата (рис. 3.10 диссертации) не расшифрованы обозначения.

2. Непонятно, является ли авторской методика расчета нормативной прочности закладочного массива, результаты расчетов по которой приведены на рис. 11 автореферата (рис. 3.26 диссертации) и учитывающая установленные в диссертации закономерности.

3. В работе отсутствует оценка возможности применения предлагаемых технологических решений на других месторождениях, например, угольных, соляных и т.п.

4. В диссертации нередко употребляются неверные выражения, например: «нагрузочная способность крепи» (стр. 78) или «ухудшенные горно-геологические условия» (стр. 83).

В отзыве официального оппонента О.З. Габараева:

1. Из представленных на рисунках 12 и 13 (с.26 автореферата) вариантов камерной системы разработки с твердеющей закладкой трудно понять отличие в порядке отработки запасов в пределах очистной камеры, рисунки отличаются направлением бурения веера скважин из буровых ортов.

2. Сравнительная оценка усовершенствованных вариантов систем разработки таблица 3 (с. 28 автореферата) носит описательный характер, на наш взгляд надо было привести количественные показатели технологии разработки.

3. Из рисунка 20 «Производительность камерных систем разработки по вариантам 1-5» и текста автореферата не совсем понятно, как можно увеличить производительность по системе разработки в два раза оптимизацией конструктивных элементов системы разработки, созданием квазиизотропного закладочного массива, новым способом возведения изолирующих закладочных перемычек и применением современных вяжущих?

4. Расчеты показателей системы разработки по общеизвестным методикам в разделе 3.2. (с.121-146 диссертационной работы) без ущерба для содержания можно было бы вынести в приложения.

5. В новизне и заключении работы заявлена «методика расчета несущей способности и параметров самозакрепляющейся анкерной крепи различной моди-

фикации в сочетании с усиливающими элементами в специфических горно-геологических, геомеханических и горнотехнических условиях, отличающаяся учетом способа и характера закрепления анкера в замке и силового воздействия дополнительных несущих элементов», а в диссертации раздела с таким же названием нет.

В отзыве официального оппонента Е.В. Кузьмина:

1. При рекомендованном в диссертации восходящем порядке отработки запасов кровля камер состоит из трещиноватого рудного массива, склонного к вывалам и обрушению. Не указано, как организованы работы по доставке руды из камер с открытым очистным пространством и незакрепленной кровле. По ЕПБ нахождение людей в камере запрещено.

2. Не раскрыто, какие соотношения могут быть между диаметром СЗА и шпура при разном усилии забивания их в шпур, а от этого зависит фрикционное сцепление анкера с породой в шпуре.

3. Стр.82, рис. 2.4 - не ясно как обеспечивается герметизация шпура при нагнетании через анкер-инъектор упрочняющего состава под требуемым давлением.

4. Стр. 96 - принято допущение «деформация по всему контуру поперечного сечения анкера равномерна и вызвана изгибом», что не согласуется с рис.2.9.

5. Рис. 2.9 - не приведено доказательство принятой схемы нагружения поперечного сечения стержня анкера, силы результирующие $R_c^A R_c$ должны иметь более сложное направление, сила q должна быть задана неравномерной

6. Стр.110, рис.3.1 - не указано, как поддерживается кровля камер шириной до 25м и более, при восходящем порядке выемки, как распределяются силы горного давления, если смежные камеры отработаны и заложены не «под кровлю»

7. Не указан порядок заполнения камеры закладкой, сколько подается через перемычку и сколько сверху, как процессы распределены во времени.

8. Не приведен расчет толщины перемычки в доставочном орте на гидростатическое давление всего столба закладочного массива, находящегося в жидкой фазе. Были случаи, когда еще жидкая закладка выдавливала перемычку толщиной в несколько метров.

9. Стр.152 - при проходке выработок не указано отставание работ по установке СЗА от фронта буровзрывных работ.

10. Табл. 3.20 - во всех вариантах принята длина СЗА по 2м, хотя при высокой прочности и устойчивости анкер может быть короче.

11. Стр. 175 - при взрывных работах свежий торкрет-бетон будет сдуваться воздушной волной с поверхности укрепленной выработки, его следует наносить с отставанием от проходческих работ.

12. Стр. 219, рис. 4.9, 4.10 - не понятна цель усложнения анкера, состоящего из двух трубчатых стержней; для усиления фрикционного зацепления СЗА с породой можно взять трубчатый стержень с большей толщиной стенки.

13. Материал по ремонтпригодности, защите от коррозии и восстановлению СЗА следовало раскрыть более широко. Это может дать существенное снижение стоимости крепления выработок, учитывая, что на рудниках Урала их необходимо устанавливать сотни тысяч в год.

В отзыве официального оппонента Г.В. Стась:

1. В математическом описании риска аварийных ситуаций при переходе к новому технологическому укладу следовало бы использовать в полном объеме математический аппарат теории надежности и катастроф.

2. Первая и вторая главы диссертации частично повторяют друг друга, и их можно было бы сократить их объем без ущерба для работы в целом.

3. Из материалов диссертации и автореферата не совсем ясно, что автор понимает под термином «новый технологический уклад» и как этот уклад связан с многочисленными техническими решениями, представленными в диссертации.

4. Хотя бы в автореферате, следовало бы показать какие закономерности, были установлены автором и являются новыми, а какие уточнены.

В ходе заседания диссертационного совета:

1. 31 слайд, здесь прочность не в МПа, а в кг/см^2 ?

2. И в докладе, и в диссертации очень много сказано, что разработано и внедрено в ООО «Уралэнергоресурс». Какой ваш личный вклад?

3. Всем известно, что бедные руды разрабатывать с закладкой не выгодно. У вас в работе где-то проведена такая оценка?

4. Слайд 36, где дано сравнение подготовки бетонной перемычки. Вы говорите о том, что при создании бетонной перемычки происходит сокращение цик-

личности процесса вдвое. В то же время, судя по таблице, вы удорожаете строительство.

5. Вы пишете, что снижение требований к нормативной прочности обеспечит экономию затрат на формирование закладочного массива. Не повлияете ли это на безопасность работ?

6. Фраза про интеллектуализацию использована для того, чтобы охарактеризовать новый технологический уклад?

7. Вы разработали покрытие на основе полиэфиров. Здесь описаны все преимущества. У меня вопрос: толщина покрытия меняется в зависимости от условий эксплуатации?

8. По актуальности. Вы сказали, что наша страна находится в геополитическом особом положении, практически все виды полезных ископаемых в больших количествах присутствуют. Потом вы перешли на необходимость интенсификации горных работ. Возникает вопрос: почему сейчас возникает необходимость интенсификации и какой объем полезных ископаемых добывается подземным способом?

9. Научная новизна, первое положение, говорится, что «концептуальный подход базируется на гармоничном совершенствовании геотехнологических процессов». Какой смысл Вы вкладываете в это определение? В чем, как вы считаете, научная новизна данного определения?

10. Есть гармонические колебания, которые идут по законам синуса, косинуса. Вы какой-то новый закон предложили? В чем, вы считаете, комплексный, синергетический подход. В чем выражается гармоничность, в чем научная новизна?

11. У вас говорится об интенсификации и снижении рисков. Каким образом это достигается, ведь это очень связанные понятия?

Соискатель Зубков Антон Анатольевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

Да, прочность приведена не в МПа, а в кг/см². Организация «Уралэнергоресурс» реализует и внедряет в производство разработанные технологические решения. Мое непосредственное участие: постановка задач, опытно-промышленные эксперименты, обоснование методики выбора крепи для подземных горных выработок. 40-50 % - мой личный вклад. В работе не проводилось сравнение систем разработки

с обрушением с системами разработки с закладкой. Мы занимались вопросами совершенствования технологии крепления. Я считаю, что в перспективе, конечно, системы разработки с закладкой будут применяться все больше. Это обеспечивает минимальные потери, снижение разубоживания, упрощает технологию переработки на обогатительных фабриках, что в целом обеспечивает снижение затрат. При восходящем порядке мы совершенствовали технологию возведения самого закладочного массива, переходили на непрерывную заливку камер с целью снижения усадки закладочной смеси, сокращения времени на закладочные работы, совершенствовали подготовительно-нарезные работы, сокращали объем этих работ при рассматриваемых системах разработки. В описательной части диссертации мы рассмотрели все эти показатели, их влияние на основные производственные процессы. При нисходящем порядке меньше затрат, денежные доходы обеспечиваются быстрее. Но освоение месторождения в нисходящем порядке несоизмеримо медленнее, чем при восходящем. Это и проблемы, связанные с организацией водоотлива при строительстве. Интенсивность добычи в этих условиях на порядок выше. Восходящий порядок в разы сокращает время отработки самого месторождения. В работе мы не рассматривали этап комплексного проектирования освоения месторождения. С точки зрения технологии отработки месторождения явное преимущество у восходящего порядка отработки. Оборудование, которое при этом используется, - высокотехнологичное. Удобнее использовать торкетбетон, если есть технологическое оборудование. Практика показывает, что качество возведения изолирующих перемычек при традиционной технологии ниже, ручная установка опалубок, подачи бетона влечет риск аварий. А применение современных высокопроизводительных технологий позволяют более качественно возводить эти перемычки, снижаются риски. Вопрос стоимости – если мы экономим одну неделю времени, то незначительный рост эксплуатационных затрат не имеет значения. При традиционной технологии производится закладка выработанного пространства, которая характеризуется формированием слоистого неоднородного массива. Эту неоднородность мы компенсируем повышенным расходом наличием вяжущего. При непрерывной заливке возведение неслоистого массива компенсирует повышение расходов на вяжущее. Следующий виток развития закладочных работ – это снижение расхода воды непосредственно

при применении пастовых закладочных смесей, что позволяет формировать более прочный закладочный массив с заданными свойствами. Переход на новый технологический уклад предусматривает совершенствование всех технологических процессов, которого невозможно добиться при старом технологическом укладе. Это применение современной техники, современных материалов, новых конструкций. При ранее сформированном технологическом укладе этого невозможно было добиться. Например, не было усовершенствованных анкерных крепей, новых способов возведения несущих конструкций. При этом в разы повышается интенсивность и производительность отработки запасов месторождения. За последние 14 лет я объехал большинство горнодобывающих предприятий нашей страны. Практически на каждом предприятии мы разработали и внедрили технологию анкерного крепления. Это – не только система разработки с закладкой, это и система с обрушением на основе нового подхода к вопросам крепления, с обеспечением роста и темпов проходки выработок. Это – промышленное внедрение технико-технологических решений практически по всей стране. А мы обосновали научно эти технико-технологические решения. Рассмотрена логистика материальных потоков, планы развития горных работ по годам. Определено оптимальное с экономической точки зрения месторасположение узла приготовления закладочной смеси с учетом логистики спуска материалов и их дальнейшего использования для нанесения торкретбетона. Транспортная сеть достаточно сложная, многовариантная, определена с учетом раскройки месторождения, планов развития горных работ на каждом горизонте. Технология нанесения полиэфирного покрытия ограничивается минимальной толщиной нанесения 500 мкн в зависимости от технологии нанесения возможно увеличение до толщины 1 мм. По результатам наших оценочных исследований, химическое производство, применение гидрометаллургии, электролиза - толщины покрытия 500 мкн вполне достаточно для решения поставленных технологических задач. Предприятия, на которых внедрены технологические решения – АЛРОСА, УГМК, РМК, ФосАгро и другие. Кратное увеличение скорости возведения перемычек – в десять раз в среднем. Если бы предприятия были более заинтересованы и имели бы больше ресурсов на проведение научных исследований, были бы значительные продвижения. Для получения лучшего экономического результата необходимо совершенствовать все технологи-

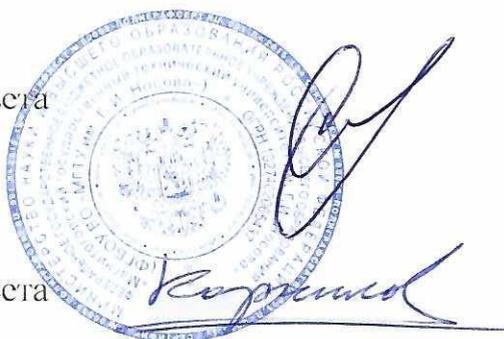
ческие процессы в едином технологическом цикле в соответствии с новым технологическим укладом. Гайский ГОК увеличил производительность с 6 млн. тонн до 9 млн. тонн по добыче в условиях снижения запасов полезных ископаемых. Экономическая эффективность и риск в горном деле – это взаимосвязанные понятия, тут риски могут быть и при эксплуатации, и финансовые. Чем больше время отработки месторождения, тем выше риски. Мы обосновали технологические решения, направленные на снижение рисков за счет интенсификации горных работ.

На заседании 23 сентября 2022 года диссертационный совет принял решение присудить Зубкову А.А. ученую степень доктора технических наук за разработку научно-технических решений по определению условий и параметров перехода подземного рудника к новому технологическому укладу в сложных горно-геологических, геомеханических и горнотехнических условиях, обеспечивающему интенсификацию горных работ, повышение эффективности и снижение рисков функционирования горнотехнических систем.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 10 докторов наук по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная), участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 18, против нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Гавришев Сергей Евгеньевич

Корнилов Сергей Николаевич

23 сентября 2022 г.