

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Зубкова Антона Анатольевича на тему «**Интенсификация горных работ и снижение рисков эксплуатации рудного месторождения системами разработки с твердеющей закладкой при переходе к новому технологическому укладу**», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная)

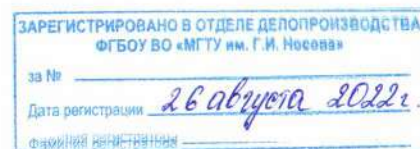
Основным условием кардинального совершенствования подземных технологий является разработка и внедрение новых технологических решений, рассмотрение известных процессов в новом качестве. В связи с увеличением объемов добычи полезных ископаемых и необходимостью интенсификации горного производства становится актуальным решение задач, связанных с совершенствованием способов проходки и поддержания горных выработок, созданием новых несущих горнотехнических конструкций и закладочных массивов.

Диссертационная работа, выполненная в направлении решения проблемы интенсификации горных работ и снижения рисков эксплуатации подземного рудника при освоении месторождений на больших глубинах, является весьма актуальной.

Достоверность выводов и рекомендаций, полученных в диссертационной работе, подтверждается применением комплексного метода исследований, включающего: анализ источников научно-технической информации по тематике работы, мониторинг состояния 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.

Основные научные и практические результаты работы состоят в следующем:

- Использование комплексного подхода к обоснованию конструкций и технологии возведения крепей обеспечивает существенное сокращение времени, затрачиваемого на подготовительно-нарезные работы, и, соответственно,



продолжительность отработки выемочных мощностей. Определены условия наиболее интенсивного выполнения работ по проходке и креплению горных выработок на больших глубинах: применение усиленной комбинированной крепи на основе СЗА, металлической сетки и торкрет-бетона с перемещением его от стационарного комплекса до торкрет-бетонной установки автосамосвалами на расстояние не более 2000 м.

- Применение фрикционного анкера совместно с армокаркасом позволяет отказаться от укрепления кровли с использованием металлической сетки. Разработана методика расчета несущей способности и параметров фрикционной анкерной крепи в сочетании с усиливающими элементами в сложных горно-геологических условиях, отличающаяся учетом характера закрепления анкера и силового воздействия дополнительных несущих элементов.

- Возведение изолирующих перемычек безопалубочным методом с отказом от цикличности процесса формирования закладочного массива позволяет возводить несущий слой закладочного массива на всю высоту, исключая его слоистость и обеспечивая увеличение скорости подготовки камеры к закладке более чем в два раза.

- Разработка вариантов камерной системы с нисходящим и восходящим направлением отработки рудных тел, отличающихся тем, что в них отсутствуют боковые заезды в камеры, что показало существенное сокращение удельного объема подготовительно-нарезных работ – в 2,37 раза в варианте нисходящей отработкой месторождения и в 3,55 раза при восходящей выемке запасов.

- Переход камерной системы разработки с твердеющей закладкой с нисходящего на восходящее направление выемки позволяет сократить продолжительность отработки блока не менее чем в два раза; снижение требований к нормативной прочности закладочной смеси обеспечивает экономию затрат на формирование закладочного массива на 25–50%.

- Оценка экономической эффективности внедрения вариантов систем разработки камерами с твердеющей закладкой при восходящем и нисходящем порядке отработки запасов месторождения с изменяющейся шириной камер (10, 16 и 25 м), совмещением работ в смежных камерах одного горизонта и в смежных подэтажах в условиях отработки медно-колчеданного месторождения Озерное показала предпочтительность выемки запасов в восходящем порядке камерами шириной 25 м. Производительность отработки камер увеличилась в 2,43 раза при экономическом эффекте 1395 млн руб. в год.

Автором вынесены на защиту следующие положения.

1. Переход горнотехнической системы с применением твердеющей закладки к новому технологическому укладу базируется на гармоничном совершенствовании основных и вспомогательных геотехнологических процессов, сдерживающих рост интенсивности горных работ: проходка и крепление горных выработок, формирование изолирующих перемычек, несущих потолочин, заполнение выработанного пространства твердеющей смесью, а также обеспечивается определением рационального направления развития горных работ.

2. Переход с нисходящего на восходящее направление выемки запасов месторождения в усовершенствованном варианте камерной системы разработки с твердеющей закладкой позволяет сократить продолжительность отработки блока не менее чем в два раза; при этом снижение требований к нормативной прочности закладочной смеси обеспечивает экономию затрат на формирование закладочного массива на 25–50%.

3. Реализация технологий проведения и крепления горных выработок с применением усовершенствованных конструкций самозакрепляющихся анкеров (СЗА) и решений по формированию комбинированной усиленной крепи на основе армокаркаса, металлической сетки, СЗА и торкрет-бетона позволяет сократить сроки проходки подготовительно-нарезных выработок на 33–40% в породах III и IV категорий устойчивости и на 30% в породах V категории устойчивости.

4. Реализация предложенной технологии крепления очистных заходок рамами СВП-22 взамен СВП-27 при длине уходки забоя 1 м и усовершенствовании схемы организации работ с переносом всех подготовительных операций на поверхность шахты обеспечивает увеличение скорости проходки очистных выработок с 90 до 120 м в месяц при сокращении ее стоимости на 25–30%.

5. Внедрение предложенного безопалубочного способа возведения изолирующей перемычки с использованием ускорителей схватывания твердеющей смеси и формирование несущего слоя закладочного массива в основании камеры на высоту не менее высоты перемычки, при отказе от цикличности процесса, способствует сокращению более чем вдвое срока формирования несущего слоя и исключает его слоистость.

6. Повышение интенсивности и снижение рисков ведения горных работ обеспечиваются выбором схемы их развития на выемочном участке и в выемочных единицах с максимальным совмещением технологических процессов

в смежных камерах и достижением сбалансированности продолжительности процессов извлечения и воспроизводства запасов при синхронизации интенсивности смежных процессов и сокращении межпроцессных пауз.

Научная новизна:

- Предложена методика расчета параметров фрикционной анкерной крепи различной модификации в сочетании с усиливающими элементами в специфических горно-геологических условиях, отличающаяся учетом способа закрепления анкера и силового воздействия дополнительных несущих элементов.

- Разработан способ формирования изолирующих перемычек безопалубочным методом с непрерывной подачей смеси, отказом от цикличности процесса, что позволяет сформировать равнопрочный несущий закладочный массив на всю высоту и обеспечивает увеличение скорости подготовки камеры к закладке более чем в два раза.

- Установлены зависимости нормативной прочности твердеющей закладочной смеси при нисходящем порядке отработки месторождения от ширины камер и мощности несущего слоя.

- Обоснованы методы повышения коррозионной стойкости анкерной крепи в агрессивной рудничной среде, даны рекомендации по увеличению срока службы анкеров, с наиболее эффективными покрытиями из полимерных составов.

Теоретическая значимость исследований состоит в инновационном подходе к формированию стратегии развития подземных рудников при переходе к новому технологическому укладу, основанном на совершенствовании основных и вспомогательных технологических процессов при нисходящем и восходящем порядке выемки запасов с обеспечением интенсификации горных работ, повышением эффективности и снижением риска при отработке рудных месторождений системами разработки с твердеющей закладкой выработанного пространства.

Практическая ценность работы заключается в разработке инновационных конструкций анкерной крепи, обеспечивающих быстрое и надежное поддержание кровли выработок, способов возведения закладочных массивов и составов смеси для обеспечения интенсификации горных работ и снижения риска потери устойчивости кровли камер.

Результаты по обоснованию параметров подземной геотехнологии состоят в

следующем:

— разработаны конструкции и способы возведения фрикционной анкерной и усиленной комбинированной крепи, установлено влияние параметров крепи на интенсивность горных работ;

— обоснованы параметры мониторинга, качества возведения, ремонтпригодности и восстановления крепи;

— установлены закономерности влияния технологии приготовления закладочных смесей, возведения изолирующих перемычек и однослойных закладочных массивов на интенсивность горных работ;

— предложены технологии формирования изолирующих перемычек и однослойных закладочных массивов, обеспечивающие рост интенсивности горных работ;

— определены условия применения нисходящего и восходящего порядка отработки месторождения камерными системами разработки с твердеющей закладкой.

Личный вклад автора состоит в предложении повышения интенсивности подземной добычи руд с применением камерной системы разработки с твердеющей закладкой в восходящем и нисходящем порядке; выполнении лабораторных и натурных исследований по подбору составов смеси и способов возведения закладочных массивов, совершенствовании конструкций фрикционной анкерной крепи горных выработок; технико-экономическом обосновании эффективности внедрения технологических рекомендаций.

Реализация выводов и рекомендаций. Основные положения диссертационной работы использованы в проектных решениях по отработке месторождений Учалинское, Узельгинское, Озерное, Гайское и ряда других.

Апробация результатов. Основные идеи и содержание диссертационной работы докладывались на многих национальных и международных конференциях.

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 33 научных работах, из них: 14 статей 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, получено 19 патентов.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключительных выводов и рекомендаций, списка использованной литературы, насчитывающего 221 наименование. Работа изложена на 360 страницах, содержит 55 таблиц и 99 рисунков.

По материалам диссертации имеются замечания:

- 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,

- 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,

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

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

- рис. 2.9 – не приведено доказательство принятой схемы нагружения поперечного сечения стержня анкера, силы результирующие R_{c1} и R_{c2} должны иметь более сложное направление, сила q должна быть задана неравномерной,

- 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»,

- не указан порядок заполнения камеры закладкой, сколько подается через перемычку и сколько сверху, как процессы распределены во времени,

- 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.

- стр.152 – при проходке выработок не указано отставание работ по установке СЗА от фронта буровзрывных работ,

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

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

- 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,

- 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.

Несмотря на высказанные замечания, диссертация «Интенсификация горных работ и снижение рисков эксплуатации рудного месторождения системами разработки с твердеющей закладкой при переходе к новому технологическому укладу», соответствует требованиям п. 9-14 Положения ВАК РФ о присуждении ученых степеней, а ее автор, Зубков Антон Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук.

Главный специалист службы
главного геолога ФГУП «НО РАО»,
профессор, доктор технических наук

Кузьмин Евгений Викторович



e-mail: EVKuzmin@noraо.ru,
тел.+7-915-043-9179.

Научная специальность, по которой защищена диссертация 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами»,
119017, Москва, Пятницкая ул., д. 49А, к.2.

Согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись профессора, д.т.н. Кузьмина Е.В. удостоверяю:

Начальник управления по работе с персоналом



Короткова В.С.