

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К. И. Сатпаева

Горно-металлургический институт им. О. А. Байконурова

Кафедра «Горное дело»

Шукирбаев Коптилеу Орынбасарович

«Разработка и внедрение комбинированного крепления с упрочнением
приконтурного массива в условиях ДГОКа»

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Специальность 7М07203 «Горная инженерия»

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

УДК 622.83 (043)

На правах рукописи


Шукирбаев Коптилеу Орынбасарович


МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ


На соискание академической степени магистра

Название диссертации: Разработка и внедрение комбинированного крепления
с упрочнением приконтурного массива в условиях
ДГОКа

Направление подготовки 7М07203 – «Горная инженерия»

Научный руководитель
д-р техн. наук, профессор
 Х.А. Юсупов
«26» 05 2022г.

Рецензент
Заведующий лабораторией
ИГД им. Д.А. Кунаева
канд. техн. наук
 Бекбергенов Д.К.
«26» 05 2022г.

Нормоконтроль
Ведущий инженер
 Д.С. Мендекина
«26» 05 2022г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНИТУ им. К.И. Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байконурова

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой ГД
д-р техн. наук, профессор
 Молдабаев С.К.
«26» 05 2022г.

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра Горное дело

7М07203 – «Горная инженерия»



Заведующий кафедрой ГД
д-р.техн. наук профессор
Молдабаев С.К.
2022 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Шукирбаев Коптилеу Орынбасаровичу

Тема: Разработка и внедрение комбинированного крепление с упрочнением приконтурного массива в условиях ДГОКа.

Утверждена приказом ректора университета №2028-М «03» ноябрь 2022г.

Срок сдачи законченной диссертации 24 «05» 2022 г.

Исходные данные к магистерской диссертации: материалы производственной практики, в том числе горно-геологические условия месторождения «Алмаз-Жемчужина» «Донского Горно Обогающего комбината»

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

а) анализ литературных источников и НИР по креплению подземных горно-капитальных и горно-подготовительных выработок в сложных горно-геологических условиях;

б) напряженно-деформированное состояние массива при проходке подземных горно-капитальных и горно-подготовительных выработок на объекте исследования;

в) состояние крепления подземных горно-капитальных и горно-подготовительных выработок на объекте исследования;

г) предлагаемая технология крепления и расчет ее параметров

Перечень графического материала:

а) Схема горных работ на объекте исследования;

б) Применяемые виды крепления;

с) Предлагаемая технология крепления.

Рекомендуемая литература: 5



ГРАФИК

подготовки дипломной работы (проекта)

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Напряженно-деформированный состояние массива шахты «Десятилетия независимости Казахстана»	23.12.2021	
Мониторинг за состоянием крепи откаточных выработок	12.03.2022	
Состояние крепления подземных горно-капитальных и горно-подготовительных выработок на объекте исследования	17.05.2022	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу(проект) с указанием относящихся к ним разделов работы(проекта)

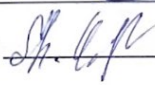
Наименования разделов	Консультанты, Ф.И.О	Дата подписания	Подпись
Экономическая часть	Юсупов Х. П.	24.02.2022	
Нормоконтролер	Мендешов Д. С.	26.02.2022	

Научный руководитель



ХА. Юсупов

Задание принял к исполнению обучающийся



К.О. Шукирбаев

Дата

« 30 » 05 2022

АННОТАЦИЯ

В диссертационной работе изучено природное напряженное состояние массива на объекте исследования с переходом на вторичные напряжения. В связи с глубинной разработки, поддержание горных выработок в зоне влияния очистных работ является самой актуальной задачей на шахте «Десятилетие независимости Казахстана». Породный комплекс горного массива шахтного поля характеризуется высокой структурной и механической неоднородностью, что выражено в его значительной тектонической нарушенности. Категория нарушенности массива является доминирующим фактором в процессе формирования и развития неупругих деформаций в массиве.

Объектом исследований является крепь и окружающий породный массив подземных горных выработок второй очереди шахты «Десятилетие независимости Казахстана (шахта «ДНК») на горизонте - 480 м в осях 20-28, в условиях тектонически напряженных, низкопрочных массивов скальных горных пород.

Рассмотрены процессы и проблемы поддержания откаточных ортов. Основной проблемой поддержания откаточных ортов является высокое напряжение, возникающее вокруг выработки, с переходом на вторичное напряжение.

Результатом исследований является прогноз закономерностей формирования напряженно-деформированного состояния массива горных пород в границах ведения очистных работ. Разработана комбинированная система крепления откаточных выработок горизонта - 480 м в осях 20-28, соответствующие прогнозируемым расчетным нагрузкам.

Ключевые слова: активное крепление, горная выработка, очистная выемка, конвергенция крепи, распределение напряжений

АНДАТПА

Диссертациялық жұмыста екінші кернеуге көшумен массивтің табиғи кернеулі деформацияланған күйі зерттелді. Терең қазу, тау-кен қазбаларын аймақта ұстау тазарту жұмыстарының әсері "Қазақстан Тәуелсіздігінің онжылдығы" шахтасындағы ең өзекті міндет болып табылады. Шахта өрісінің тау жыныстарының кешені жоғары құрылымдық және механикалық гетерогенділікпен сипатталады, бұл оның айтарлықтай тектоникалық бұзылуында көрінеді. Массивтің бұзылу категориясы массивтегі серпімді емес деформациялардың қалыптасуы мен дамуы процесінде басым фактор болып табылады.

Зерттеу объектісі "Қазақстан Тәуелсіздігінің онжылдығы" шахтасының ("ДНК" шахтасы) екінші кезегінің жерасты тау-кен қазбаларының бекітпесі мен айналасындағы тау-кен массиві болып табылады.

Тасымалдау орталарын сақтау процестері мен мәселелері қарастырылады. Жылжымалы орталарды ұстап тұрудың негізгі проблемасы-қайталама кернеуге ауыса отырып, өндіріс айналасында пайда болатын Жоғары кернеу.

Зерттеу нәтижесі тазарту жұмыстарын жүргізу шекарасында тау жыныстары массивінің ҚҚС қалыптастыру заңдылықтарының болжамы болып табылады. Болжамды есептік жүктемелерге сәйкес келетін 20-28 осьтерде - 480 М горизонттың тасымалдау қазбаларын бекітудің аралас жүйесі әзірленді.

Түйінді сөздер: белсенді бекіту, тау-кен қазу, тазалау ойығы, бекітпе конвергенциясы, кернеулерді бөлу.

ANNOTATION

In the dissertation work the natural stressed deformed state of the massif with the transition to the secondary stresses is studied. Connections with deep development, maintenance of mine workings in a zone of influence of clearing works is the most actual problem on mine "Decades of Independence of Kazakhstan". Rock massif complex of mine field is characterized by high structural and mechanical heterogeneity, which is expressed in its significant tectonic disturbance. Category of massif disturbance is a dominant factor in the process of formation and development of inelastic deformations in the massif.

The object of research is a mount and surrounding rock mass of underground mine workings of the second stage of the mine "Decades of Independence of Kazakhstan" (mine "DNA") on level - 480 m in axes 20-28 in conditions of tectonic stressed massifs of low-strength rocky rocks.

The processes and problems of maintaining the rip orthods are considered. The main problem of the maintenance of pumping orthoses is the high stress arising around the excavation, with the transition to the secondary stress.

The result of the research is prediction of patterns of the formation of the stresses of rock mass within the boundaries of excavation works. Combined system of the mine workings consolidation of the - 480 m horizon in axes 20-28 corresponding to the predicted design loads is developed.

Key words: active fastening, mining excavation, clearing excavation, fastening convergence, stress distribution

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИИ

НДС– Напряженно-деформированный состояние;
ОО –Откаточный орт
КазНТУ – Казахский национальный технический университет;
ГМК – Горно – металлургический комплекс;
АО – Акционерное общество;
ТОО – Товарищество с ограниченной ответственностью;
БВР – буровзрывные работы;
ВВ – взрывчатые вещества;
ВХВ – вентиляционно ходовой восстающий;
ПДМ – подземно – доставочный машина.
СВП – специальный взаимозаменяемый профиль

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1 Общие сведения о районе и месторождениях	11
1.1 Горно-геологические условия разработки гор. -480 м в осях 20-28.....	12
1.2 Инженерно-геологические, горнотехнические и гидрогеологические условия разработки.....	18
1.3 Состояние крепи подземных горно-капитальных и горно-подготовительных выработок на объекте исследования.....	21
2 Исследования напряженно – деформированный состояния горных пород.	28
2.1 Состояние горных пород вокруг крепи	28
2.2 Опыт крепления подземных горных выработок в зоне влияния очистных работ	30
2.3 Исходное напряженно-деформированное состояние массива горных пород участка	31
2.4 Анализ и геомеханическое моделирование напряженного состояние приконтурного массива горных пород и шахтной крепи.....	34
3 Исследование предлагаемой технологий крепления подземных горных выработок в зоне влияния очистных работ	39
3.1 Предлагаемая технологии крепления подземных выработок.....	39
3.2 Практика применения тросовых штанг на отечественных и зарубежных рудниках	41
3.3 Обоснование применение комбинированного крепление с упрочнением приконтурного массива.....	46
3.3 Ожидаемая экономическая эффективность предлагаемой технологии крепления	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	59

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Интенсивная эксплуатация месторождения на шахте «Десятилетие независимости Казахстана» в последние годы привела к интенсивному разрушению выработок откатки. Объем извлечения руды в подобных условиях постоянно снижается из-за простоя ортов в ремонте.

Подземная разработка месторождения ведется в сложных горно-геологических условиях, характеризующихся весьма низкой устойчивостью пород и горных выработок, особенно выработок горизонта выпуска и доставки руды.

Для крепления горных выработок применяется в основном стандартная арочная металлическая податливая крепь из рудничного спец-профиля СВП-22 с плотностью установки 2-3 рамы на 1 м выработки. Система этажного само-обрушения, применяемая на шахтах Донского ГОКа обусловлена регулярным проявлением горного давления. Под действием горного давления такая крепь сильно деформируется, при этом значительно уменьшается первоначальная площадь сечения как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях, что значительно затрудняет ведение работ по выпуску и доставке руды, делает эти работы опасными или практически невозможными. Для повышения устойчивости горных выработок в ряде случаев применяется двухслойная металлическая податливая крепь, характеризующаяся большим расходом металла и трудоемкостью при установке.

Донской ГОК поддерживает постоянную связь со многими научно-исследовательскими институтами страны, которые выполняют ряд работ, направленных на изучение закономерностей проявлений горного давления, разработки мероприятий по эффективному проведению и креплению горизонтальных подземных выработок, однако их устойчивость существенно не улучшается.

Цель работы: разработка и внедрение комбинированного крепления с упрочнением приконтурного массива в условиях ДГОКа, соответствующей расчетным параметра нагрузки в зоне влияния опорного давления.

Идея работы заключается в использовании самого массива как крепь, армирование приконтурного массива тросовыми анкерами на глубину до 15 м и цементация массива, позволяющей сохранить прочностные характеристики еще ненарушенного массива, создавая вокруг периметра выработки искусственного целика.

Обоснованность и достоверность научных положений, рекомендаций и выводов обеспечена обоснованностью принятых исходных предпосылок с соблюдением принципов горного дела, решением цикла аналитических задач с последующей проверкой их в производственных условиях при внедрении разработанной технологии в производство.

Научная новизна:

- предложен новый вид крепи с тросовыми анкерами, что снижает деформационных процессов в контуре выработки, тем самым продлевая жизнеспособность выработки;

- обоснованы основные параметры и конструкция системы крепления крепь + массив, что позволяет исключить негавтинные процессы в массиве.

Личный вклад автора. Анализ горно-геологических условий месторождения, литературных источников по теме исследования, расчет крепи и нагрузку на днищу блока, сбор статистических данных, обработка данных и выдача рекомендации, расчет экономического эффекта.

Реализация выводов и рекомендаций работы.

Предложенная технология крепления были использованы при проведении опытно – промышленных работ в откаточном орте 28-20, гор -480 м, месторождения «Алмаз- Жемчужина».

Публикаций по диссертации опубликовано 1 статья.

Объём и структура работы, диссертация состоит из введения, 3 разделов, заключения, списка использованных литературы и приложений. Общий объём составляет 59 страницы, включая 23 рисунков и 14 таблиц, список использованной литературы из 14 наименований.

Работа выполнена на кафедре «Горное дело» Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаев

1 Общие сведения о районе и месторождениях

Месторождения хромовых руд, составляющие сырьевую базу Донского ГОКа, расположены в Хромтауском районе Актыубинской области.

К шахтному полю шахты «10 - летия независимости Казахстана (ДНК)» относятся месторождения «Миллионное», «Алмаз-Жемчужина», № 21, «Первомайское», «Западная залежь», они расположены в непосредственной близости от г. Хромтау. Областной центр – г. Актобе расположен в 90 км по прямой к западу от г. Хромтау (рисунок 1.1).

В границах месторождений рельеф ровный. Абсолютные отметки колеблются от 380 до 420 м.

Все реки рассматриваемой территории относятся к бассейну р. Орь, впадающей в р. Урал, которая протекает на расстоянии более 45 км восточнее г. Хромтау.

Климат района – резко континентальный с сухим жарким летом и суровой зимой. Согласно СНиП РК 2.04 – 01 - 2010 «Строительная климатология», месторождения относятся к IIIА климатическому подрайону.

Среднегодовая температура воздуха составляет плюс 4,2° С. Абсолютная максимальная температура воздуха – плюс 42° С, абсолютная минимальная – минус 48°С. Характерной особенностью климата являются почти постоянно дующие ветры.

Глубина промерзания грунта составляет от 1,5 до 2,0 м.

Донской ГОК добывает и перерабатывает хромовую руду, товарной продукцией является хромовый концентрат, окатыши и дробленая товарная руда. В г. Хромтау расположена ж.д. станция Донское Западно-Казахстанской железной дороги, с которой продукция Донского ГОКа поставляется на ферросплавные заводы Казахстана (г.Актобе и г.Аксу) и России.

С областным центром - г.Актобе г. Хромтау соединен асфальтированной дорогой протяженностью 110км и железной дорогой, через станции Никельтау и Кандыгааш, протяженностью 210км.

Энергообеспечение района производится от системы Актыубинской РЭК по линиям 220 и 110 киловольт. В качестве топлива используется газ, резервом является мазут. В восточной части район пересекается трассой газопровода Бухара - Урал, ответвления от этого газопровода проходят через города Актобе и Хромтау. Снабжение питьевой и технической водой горнорудного предприятия производится за счет подземных вод существующих водозаборов. С помощью прибора сеисмо-спектральный профилирование определено состояние массива пород вокруг ствола в отметках -160÷-320 м, в районе сопряжения -480 м и в отметках гор -480÷-560 м. Испытание данного метода в условиях Донского ГОКа показали эффективность его использования для оценки состояния массива пород вокруг горных выработок в сложных горно-геологических условиях, а также для опережающего контроля состояния массива пород при проходке горных выработок.

На рисунке 1.1 представлена ситуационный план района



Рисунок 1.1 – Ситуационный план района

1.1 Горно-геологические условия разработки гор. -480 м в осях 20-28

Рассматриваемый участок разработки горизонта -480 м в осях 20-28 представляет собой часть рудного тела 3 месторождения «Алмаз-Жемчина», находящегося в пределах поля шахты «Десятилетие независимости Казахстана» и простирающегося к югу от карьера «Объединенный» на 2830 м, по ширине до 800 метров. В разрезе рудное тело на участке представляет собой линзу без выраженного падения с раздувами, пережимами, апофизами, тупым выклиниванием и расщеплением на выклинивание.

В геологическом строении месторождения «Алмаз-Жемчужина» принимают участие интрузивные ультраосновные и основные породы среднего палеозоя, жильные их образования и перекрывающие рыхлые мезо кайнозойские отложения мощностью до 20 м. Отложения четвертичной системы практически повсеместно представлены элювиальными суглинками, реже – элювиальными глинами со щебенкой измененных серпентинитов. Мощность четвертичных образований не превышает 1,5 м.

По геологическим особенностям породного разрез на участке выделяются надрудный, рудоносный и подрудный горизонты [5].

В рудном горизонте, мощностью порядка 900 м, развиты серпентиниты по дунитам, представленные массивной или трещиноватой породой. Рудное тело сложено преимущественно богатыми густо-вкрапленными и сплошными средне- и крупнозернистыми рудами. Вмещающие породы представлены серпентинитами по дунитам, пироксеновым дунитам и перидотитам. Контакты рудного тела с вмещающими породами резкие и четкие.

Подрудный горизонт представлен серпентинитами по гарцбургитам и дунитам, а в надрудном горизонте, мощностью до 1200 м, преобладают

серпентиниты по периодотитам, в различной степени трещиноватые.

По физико-механическим, прочностным и деформационным свойствам породы и руды участка также группируются в три инженерно-геологических комплекса; надрудный, рудный и подрудный. Усредненные показатели свойств образцов пород и руд по указанным комплексам, полученные институтом «ВИОГЕМ» [1], приведены в таблице 1.1.

В условиях процессов серпентинизации, приводящих к увеличению объема ультраосновных пород, и повсеместного горного давления, породы всех трех комплексов оказываются разбиты многочисленной трещиноватостью на структурные блоки со средним линейным размером от 0,05 до 1,5м. Преобладающей системы трещин не прослеживается. Сеть трещин практически хаотична: с более чем шестью системами различных азимутов.

По мере увеличения трещиноватости характеристики прочностных свойств породы различного состава становятся практически одинаковыми и зависящими только от свойств заполнителей трещин, прочностные показатели которых представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.1 – Прочностные свойства заполнителя трещин (определенные по образцам)

Тип заполнителя	Сцепление, МПа			Угол внутреннего трения, град.		
	минимальное	максимальное	среднее	минимальное	максимальное	среднее
Кремнисто-карбонатный	2,4	4,5	3,1	30	42	37
Талько-сланцевый	0,45	3,1	1,9	17	44	33
Серпофитовый	1,8	9,6	6,0	20	43	35
Серпентинитовый	7,0	15,0	10,8	30	49	41

Породные блоки, с линейными размерами порядка 1-1,5м как правило оконтуриваются трещинами, заполнитель которых обладает низкими показателями прочностных свойств, а меньшие породные структуры, с линейными размерами порядка 0,1-0,5м – трещинами закрытыми или залеченными прочным заполнителем: хризотилом, бруситом, хлоритом.

В связи с этим между крупными породными блоками оказываются изначально слабы, а при увлажнении, когда тальковидный и милонитовый или серпофитовый.

Кроме того на обнажениях серпентинизированные породы имеют склонность к ускоренному выветриванию, вплоть до мелкоблочного состояния, с дилатационным увеличением объема на 10-15%. Участки массива с преобладанием аподунитовых серпентинитов подвержены особо интенсивному выветриванию, за счет чего их прочность дополнительно снижается на 10-40%.

Таблица 1.2 – Физико-механические свойства пород или руд (по данным института «ВИОГЕМ» [1])

Инженерно-геологический комплекс (породы и руды)	Характеристика образцов породы	Физические свойства			Прочностные свойства					Деформационные свойства	
		плотность минеральной части г/см ³	плотность породы, г/см ³	пористость, %	предел прочности на сжатие, МПа	предел прочности на растяжение, МПа	предел прочности на изгиб, МПа	сцепление, МПа	угол внутреннего трения, град	статический модуль упругости, ГПа	коэффициент Пуассона
Надрудный (серпентиниты по дунитам и перидотитам)	Монолитные	2,63	2,60	1,5	108,4	7,7	25,6	20,4	45	82,0	0,20
	С первичными трещинами	2,60	2,55	7,2	45,0	4,6	11,6	14,6	43	53,0	0,24
	С вторичными трещинами				25,5	3,0	8,5	5,3	42		
	На контакте	2,75	2,70	5,3	21,0	3,2	9,8	5,0	40	46,0	0,26
Пределы значений по комплексу		2,5-3,0	2,3-2,75	1,0-11,0	7,3-165,0	1,2-14,0	3,7-31,0			34,0-95,0	0,19-0,33
Рудный (руды крепкие)	Монолитные	4,22	4,12	1,0	69,8	4,0	8,1	14,3	45	53,0	
	С первичными трещинами	4,10	4,01	5,6	33,1	2,5	6,0	7,4	42	18,4	
	С вторичными трещинами	3,95	3,88	4,3	6,2	2,6	5,0	2,2	18		
	На контакте	4,09	4,05	8,0	17,3	3,0	5,2	4,2	38		
	(руды густовкрапленные рыхлообломочные) (руды сыпучие и порошоквидные)				1,0-1,5	0,19-0,35		0,4	32		
Пределы значений по комплексу		3,6-4,4	3,5-4,35	1,0-12,0	5,5-89,5	0,4-5,0	3,0-9,6			7,0-63,0	0,26-0,40
Подрудный (серпентиниты по дунитам и перидотитам)	Монолитные	2,92	2,88	1,0	125,8	10,6	25,2	24,5	45	93,0	0,20
	С первичными трещинами	2,90	2,82	3,0	97,3	8,3	15,1	20,0	45	75,0	0,22
	С вторичными трещинами				35,6	4,5	11,3	7,4	44	54,0	0,23
	На контакте				41,0	6,8	12,0	7,5	43	48,0	0,23
Пределы значений по комплексу		2,6-2,95	2,55-2,90	0,3-3,5	35,6-167,5	4,5-12,5	11,3-25,2			48,0-107,0	0,20-0,30

Таким образом, вследствие низких прочностных и деформационных свойств, размягчаемой, подверженности выветриванию и разбитости многочисленными хаотичными трещинами и разноориентированными тектоническими нарушениями на структурные блоки различных масштабно иерархических уровней, рудный и породный массив на участке разработки гор. -480 м в осях 20-28 в целом отличается низкой устойчивостью.

Применительно к проходке протяженных горных выработок количественная оценка устойчивости рудо-породного массива участка выполнена по 5-категорийной классификационной системе З.Бенявского, Д. Лобшира, Ю.П. Шуплецова [2]. Классификация, дополненная шестой категорией для отражения крайне неустойчивого породного массива, представлена в таблице 1.3.

Для совместимости с наиболее распространенными зарубежными критериями в таблице также приведены баллы классификации RMR и качественные характеристики, используемые в англоязычных источниках.

Таблица 1.3 - Классификация вмещающих породных массивов протяженных выработок по категориям устойчивости [2]

Категория устойчивости массива (КУМ)	Кэф. трещиноватости, тр/м	Качественная характеристика трещиноватости	Высота зоны обрушения обнаженной кровли, м	Характер разрушения приконтурного породного массива	Ориентировочное время стояния обнаженной кровли
III Среднеустойчивый RMR = 41 ÷ 60, Q = 4 ÷ 10, Fair rock	1 – 4	Трещины в основном без глинки трения и зеркал скольжения с раскрытием не более 1 мм	0,6 – 1,0	Образование локальных зон разрушения. Отдельные обрушения кровли объемом до 2-3 м ² на 1 пог. м	1 – 2 недели при пролете до 5 м
IV Неустойчивый, RMR = 21 ÷ 40, Q = 1 ÷ 4, Poor rock	5 – 7	Трещины раскрыты до 3 – 5 мм или заполнены глиной трения с зеркалами скольжения	1,0 – 2,5	Зона разрушения охватывает большую часть контура выработки. Систематические обрушения кровли объемом до 3-4 м ² на 1 пог. м	До нескольких часов при пролете 1,5 - 2,5 м
V Весьма неустойчивый, RMR менее 20, Q = 1 ÷ 0,001, Very poor rock	8 – 14	Зоны дробления, милонитизации, тектонических нарушений	2,5	Интенсивное разрушение по всему контуру выработки. Массовые обрушения кровли объемом до 4-6 м ² на 1 пог. м	Менее нескольких минут при пролете 1 – 1,5 м
VI Крайне неустойчивый	Более 14	Зоны дробления, милонитизации, тектонических нарушений	Более 2,5	Интенсивное разрушение по всему контуру выработки. Массовые обрушения кровли объемом до 10-25 м ² на 1 пог. м	Менее нескольких минут при пролете до 1 м

По таблице 1.3 в соответствии с основным геологическим признаком и внешним проявлениям горного давления, определяются прогнозные

характеристики устойчивости вмещающего породного массива (КУМ) для протяженных горно-капитальных подготовительных и нарезных выработок с пролетами в порядке 3-5 м. Многолетняя практика ведения проходческих работ свидетельствует, что на шахте «Десятилетие независимости Казахстана» практически повсеместно, в том числе и на рассматриваемом участке, откаточные и подготовительно-нарезные выработки находятся в категории устойчивости IV, а в зонах тектонической нарушенности и повышенной трещиноватости массива- в категории V. Участки с категорией III и VI проявляются редко, а категории I и II – отсутствуют.

Для баз деформирования от нескольких метров до первых десятков метров прочностные и деформационные свойства пород и руд в массиве определяются по категориям трещиноватости в соответствии с данным Технологического регламента ДПП «ВНИИЦВЕТМЕТ» [3, 4], представленными в таблице 1.4.

В рассматриваемых условиях низкопрочного и трещиноватого рудопородного массива категории трещиноватости и искомые показатели таблицы 1.4 в целом совпадают с категориями устойчивости массива (КУМ), определяемыми по таблице 1.3, на основании которых по эмпирическим зависимостям ИГД УрО РАН [2], определяются пределы прочности на одноосное сжатие (рисунок 1.2) и модуль упругости (рисунок 1.2) вмещающего породного массива протяженных горных выработок с пролетами порядка 3-5 м.

На рисунке 1.2, 1.3 представлена зависимость между устойчивости породного массива и пределом его прочности на одноосное сжатие, МПа

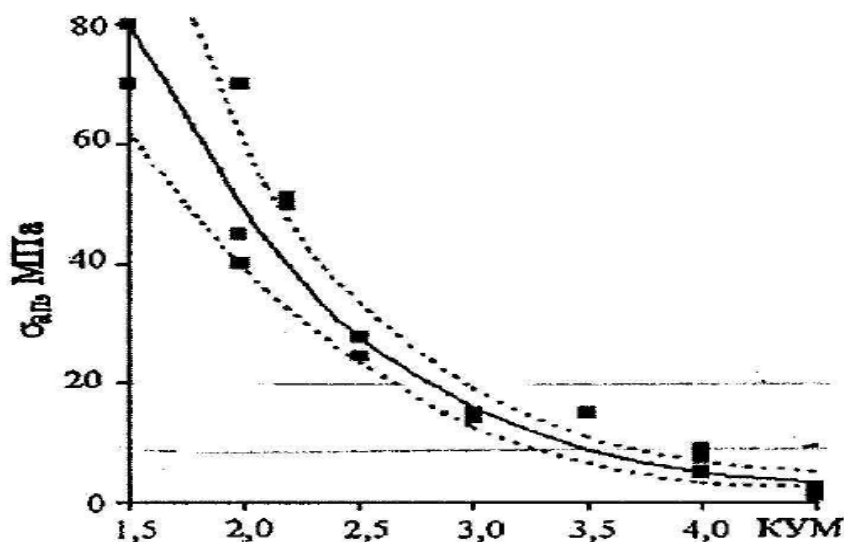


Рисунок 1.2 – Зависимость между категорией устойчивости породного массива (КУМ) и пределом его прочности на одноосное сжатие, МПа

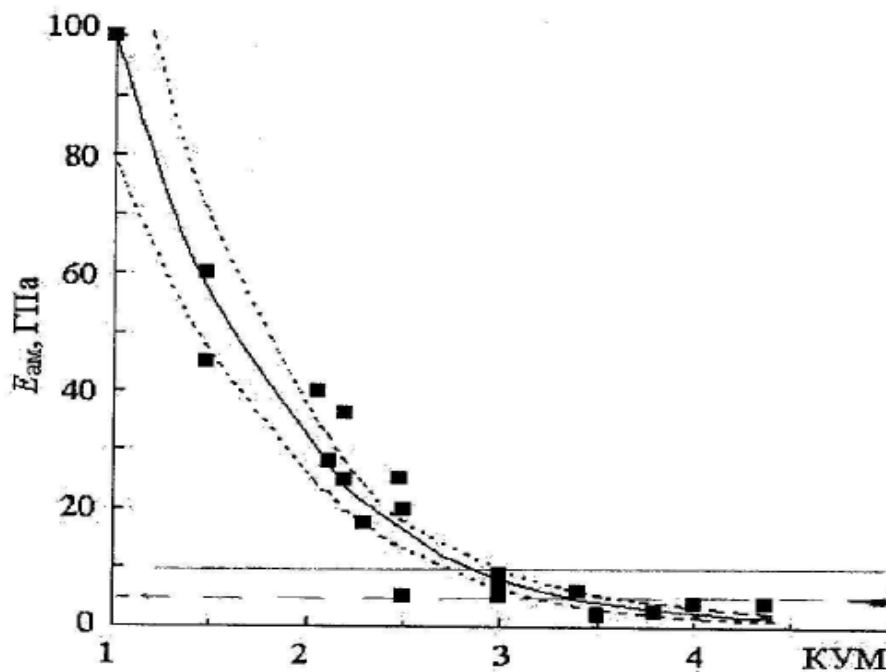


Рисунок 1.3 – Зависимость между категорией устойчивости породного массива (КУМ) и его модулем упругости, ГПа.

Исходя из вышеизложенного в качестве граничных условий для математического моделирования для крепления откаточных ортов 20-28 приняты следующие параметры прочностных и деформационных свойств участков рудопородного массива, представленные в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Прочностные и деформационные свойства участков рудопородного массива месторождения «Алмаз-Жемужина» гор. -480 м в осях 20-28, принятые для численного моделирования различных вариантов ведения очистных работ

Рудопородный массив	Подготовительные и нарезные выработки			Очистные выработки высотой более 30 м		
	Предел прочности на сжатие, МПа	Предел на растяжение, МПа	Модуль упругости, ГПа	Предел прочности на сжатие, МПа	Предел на растяжение, МПа	Модуль упругости, ГПа
Налегающий	3	0,3	5	1	0,1	4
Рудный	1	0,1	4	0,2	0,1	3
Подрудный	4	0,4	6	1	0,1	4

Для всех участков массива при этом также приняты:

- коэффициент Пуассона -0,3
- угол внутреннего трения - 20 – 30 градусов
- сцепление – 2 – 5 МПа
- характер разрушения рассматриваемых рудопородных объемов – хрупкий.

1.2 Инженерно-геологические, горнотехнические и гидрогеологические условия разработки

Руды и рудовмещающие породы месторождений по коэффициенту крепости шкалы профессора М.М. Протодяконова), в основном относятся к категории средней крепости (реже к крепким, либо мягким). На месторождении «Миллионное» прочные кусковатые руды составляют 93,7, рыхлообломочные – 6,3%, на «Алмаз-Жемчужине» соответственно 62,3 и 37,7%.

Средняя плотность руд обрабатываемых запасов, определенная по корреляционной зависимости от среднего содержания в рудах окиси хрома, колеблется в пределах от 3,8 до 3,9 т/м³. Средняя плотность рудовмещающих скальных пород, в целом по шахтному полю, равна 2,7 т/м³.

Инженерно-геологические условия отработки запасов относятся к категории сложных, а горнотехнические условия (по заключению института «ВИОГЕМ») – к разряду весьма сложных.

Неблагоприятным горнотехническим фактором отработки хромовых руд является их слеживаемость, которая резко снижает подвижность руды, что затрудняет технологию ее добычи.

По результатам исследований газоносности пород на шахтных полях шахт Донского ГОКа значительных газовых скоплений и обычных газоносных осадочных или метаморфических отложений (угленосные формации, битуминозные породы и другие) нет. Установлено, что в горные выработки может выделяться водород (что подтверждено проявлениями на шахте «Молодежная»), который локализуется в трещинах и приурочен к ограниченному участку трещиноватых пород. Газ выделяется с крайне низкой интенсивностью (от 0,002 до 0,020 м³/ч) и выделения имеют очень спокойный характер. Согласно «Специальных мероприятий по безопасному ведению горных работ в условиях выделения водорода на шахтах Донского ГОКа», разработанных КазНИИБТГ, проходка горных выработок должна производиться с бурением опережающих скважин[7].

Содержание свободной двуокиси кремния в серпентинитах находится в пределах 3,3-5,1 %. Предельно допустимая концентрация пыли в воздухе горных выработок, пройденных в этих породах, составляет 4 мг/м³. В разных типах хромовых руд свободная двуокись кремния отсутствует, поэтому при проходке очистных выработок допустимая концентрация пыли в воздухе может составлять 10 мг/м³. Месторождение потенциально не силикозоопасно.

Руды и рудовмещающие породы в соответствии с «Инструкцией по предупреждению и тушению подземных эндогенных пожаров ...» относятся к не склонным к самовозгоранию, а месторождения в целом к непожароопасным. Руды и породы не опасны по взрывам пыли.

Коэффициент разрыхления для руд и пород составляет 1,5-1,6.

Руды и рудовмещающие породы характеризуются низкой фоновой радиоактивностью (4-6 мкр/ч). Для территории месторождений годовая эффективная доза гамма-излучения может составлять 1,0-1,5 м³ в год, что в разы ниже допустимой нормы (5 м³ в год) и по требованиям «Норм радиационной безопасности» (НРБ–99) хозяйственная деятельность для любых профессий и производств на этой территории в радиационном отношении не ограничена.

Рудовмещающие породы характеризуются в основном как среднеабразивные и ниже средней степени абразивности, относятся к III–IV классам абразивности и имеют показатель абразивности от 10-18 до 18-30 мг. Хромовые руды имеют повышенную степень абразивности, относятся к VI классу и характеризуются показателем абразивности 45-65 мг.

Сейсмичность района расположения месторождений в соответствии со СНиП РК 2.03-30-2006 «Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования» составляет 5 баллов, поэтому дополнительные требования к строительным конструкциям не предъявляются [10].

Необходимо также отметить, что на устойчивость подземных горных выработок могут оказывать существенное влияние значительные остаточные напоры подземных вод, что может вызвать оплывание сыпучих разностей руд, размокание и суффозионный вынос заполнителя трещин, образование в зонах дробления интенсивных путей фильтрации, значительные (20-60%) потери прочности пород при замачивании и интенсификации процессов выветривания. Допустимые остаточные напоры для сильнотрещиноватых разностей ультраосновных пород не должны превышать 100-150 м вод.ст. (1,0-1,5 МПа). В водной среде минералы группы серпентинита (заполнитель трещин) растворяются, что снижает устойчивость как сильнотрещиноватых, так и слаботрещиноватых горных пород.

Отрицательной особенностью массива серпентинизированных ультраосновных пород может являться проявление на отдельных участках горных выработок ускоренного и интенсивного выветривания пород. Эти участки по данным ВИОГЕМа характеризуются развитием аподунитовых серпентинитов, содержащих гидроксильные ферромагнезиальные минералы (ферробрусит, пироаурит, шегренит) в количестве более 10 %. Ускоренное и интенсивное выветривание объясняется разложением ферромагнезиальных минералов под воздействием воздуха и воды, которое ведет к образованию новых минералов (гетит и гидроксид магния), имеющих плотность меньшую в 1,7-2,0 раза, чем исходные минералы.

Уменьшение плотности ведет к увеличению объема, а при отсутствии свободного пространства – к возникновению внутреннего напряжения в горной породе. Эти процессы в свою очередь приводят к нарушению устойчивости кровли и стенок горных выработок (осыпи, вывалы, обрушения) и к выдавливанию (пучению) почвы горных выработок. Наблюдениями на шахте «Молодежная» зафиксировано, что максимальная скорость разрушения

стенок выработок составляет 2-3 м в глубину за 5-6 месяцев, а максимальное выдавливание (пучение) подошвы горной выработки достигало 0,4 м.

Для обоснованного применения мероприятий, направленных на снижение повышенного давления на крепь, интервалы пород, подверженных ускоренному и интенсивному выветриванию, целесообразно выявлять в процессе проходки каждой горно-капитальной и горно-подготовительной выработки по керну опережающих скважин.

За многолетний период эксплуатации месторождений хрома шахтами Донского ГОКа случаев проявлений динамических явлений не отмечалось, хотя при проведении геологоразведочных работ на шахтном поле неоднократно фиксировались факты дискования керна буровых скважин, свидетельствующие о высоком напряженном состоянии рудовмещающего массива. Геомеханические исследования состояния горного массива пород по многоцелевой программе изучения проявления горного давления в подземных горных выработках эксплуатируемых шахт проводятся Институтом горного дела Уральского отделения Российской академии наук (ИГД УрО РАН). Опыт эксплуатации шахт в части возникающих геомеханических осложнений должен быть полностью использован для дальнейшей отработки запасов на рассматриваемых месторождениях[4].

В пределах площади горного отвода шахты развиты два типа подземных вод: поровые – в меловых и палеогеновых отложениях и трещинные – в скальном палеозойском массиве.

Подземные воды в меловых и палеогеновых отложениях имеют sporadическое распространение. В формировании водопритоков в подземные горные выработки самостоятельного значения не имеют.

Трещинные воды, развитые в скальном рудовмещающем массиве, являются основным источником обводнения горных выработок и подразделяются на трещинно-грунтовые и трещинно-жильные. Их распространение приурочено к зонам открытой трещиноватости метаморфизованных интрузивных пород основного и ультраосновного состава, представленных габбро-амфиболитами и серпентинитами по дунитам и перидотитам.

Трещинно-грунтовые воды имеют региональное распространение в открытых трещинах экзогенного генезиса верхней части геологического разреза скального массива, относящейся к триас-юрской коре выветривания. Глубина распространения трещинно- грунтовых вод от кровли массива достигает 60–75 м, а в зонах тектонических нарушений увеличивается до 150 м. Глубина залегания зеркала грунтовых вод от поверхности в естественных условиях изменялась от 0 до 30 м, расчет приведено в таблице 1,5.

Трещинные воды в пределах шахтного поля и горного отвода – от пресных до солоноватых с сухим остатком от 379 до 3146 мг/дм³ и общей жесткостью от 1,0 до 17,3 ммоль/дм³; по водородному показателю – от

нейтральных до щелочных с рН от 6,02 до 10,08. По анионному составу подземные воды чаще двух- и трехкомпонентные с преобладанием хлоридов, реже – с преобладанием сульфатов и гидрокарбонатов (на глубинах до 150 м). На глубинах свыше 600 м встречаются хлоридные воды. По катионному составу воды преимущественно кальциево-натриевые, магниевонатриевые, натриевые, реже-натриево-магниевые.

Результаты расчётов прогнозных водопритоков приведены в таблице 1.5

Таблица 1.5 – Прогнозные водопритоки в подземные горные выработки шахты

Номер очереди отработки запасов	Месторождения (горные выработки)	Расход нормального водопритока, м ³ /ч
I	№ 21 (подкарьерные выработки)	70
I	Миллионное, Алмаз-Жемчужина, Первомайское и Западная залежь	770
II	Миллионное, Алмаз-Жемчужина	1170
III	Алмаз-Жемчужина	1220

1.3 Состояние крепи подземных горно-капитальных и горно-подготовительных выработок на объекте исследования

Система этажного самообрушения, применяемая на шахтах Донского ГОКа, обусловлена регулярным проявлением горного давления. Ранее выполненными исследованиями установлено, что на первоначальной стадии проведения подземных горных работ массив неминуемо подвержен 2-м последовательным стадиям деформирования: упруго-пластического, а затем и неупругого деформирования. Указанные процессы деформирования первоначально наиболее интенсивно формируются вблизи контакта руда-порода, а также на тех участках как рудного так и породного массива нарушенного естественными геотектоническими нарушениями. Затем они формируются с последующим прогрессивным развитием и в первоначально ненарушенном тектоникой массиве, попадающем со временем в зону влияния очистного пространства (зону влияния опорного давления). При этом отмечается что неупругое деформирование породного массива развивается даже при низких напряжениях в массиве еще не достигших и половины предела прочности пород на одноосное сжатие. Категория нарушенности (для условий ДГОКа - фактор трещиноватости) массива является доминирующим фактором в процессе формирования и развития неупругих деформаций в массиве подверженного влиянию очистных работ.

Переходный этап от упругого деформирования массива к неупругому деформированию происходит как бы неявно. Например, с внешней стороны просто возникает разрушение контура выработок спустя довольно

значительное время после их проходки. Постепенно масштаб разрушения выработок увеличивается, начинается переход от локального "пристеночного" деформирования массива к крупномасштабному разрушению, размеры областей которых можно оценить только косвенно (расчетно-аналитическим методом) при использовании данных регулярно проводимых инструментальных наблюдений [8].

По результатам многолетнего контроля за состоянием крепи откаточных выработок выемочных блоков, находящихся в зоне проявления опорного давления, произведены расчеты зон распространения опорного давления и ориентировочный расчет его величины, определены закономерности распределения параметров опорного давления на откаточном горизонте в конкретных горно-геологических условиях. Наблюдательные станции (НС) установлены практически во всех существующих подготовительных и горнокапитальных выработках шахтного поля, находящихся или в перспективе попадающих в расчетно-прогнозируемую зону влияния очистных работ.

В настоящее время (отработка 1 очереди ШДНК) управление параметрами опорного давления обеспечивается своевременным внедрением следующих мероприятий:

- разработка (на стадии ЛП) и строгое соблюдение определенного порядка отработки выемочных единиц как в отдельном блоке, так и по шахтному полю в целом, в результате чего откаточные выработки находятся в зоне максимального опорного давления кратковременно;

- обязательной крепление выработок горизонта выпуска + горизонта откатки (ГНР + ГПР) в пределах зоны влияния очистных работ 2-х слойной арочной крепью, несущей способности крепи не менее 80 тонн/п.м. - паспорт крепления.

- организация более интенсивного выпуска руды из блока (при необходимости и только на флангах блока), что снижает срок эксплуатации определённых участков откаточных выработок и выводит их из зоны распространения опорного давления, результат опорного давления представлена на рисунке 1.4-1.5.

При достижении величины напряжений свыше предельно допустимых, зависящих от физико-механических свойств и размеров естественных отдельностей слагаемых массива, происходит его разрушение, проявляющееся в виде смещения кровли и обрушения отдельных блоков. При этом породы, разрыхляясь, создают условия подпора для прогибающихся в сторону выработки пород кровли и не выдерживают нагрузку на величину веса пород свода. Крепи не обеспечивают рабочее состояние выработок и выходят из строя

На рисунке 1.4-1.5 представлена деформация откаточных ортов

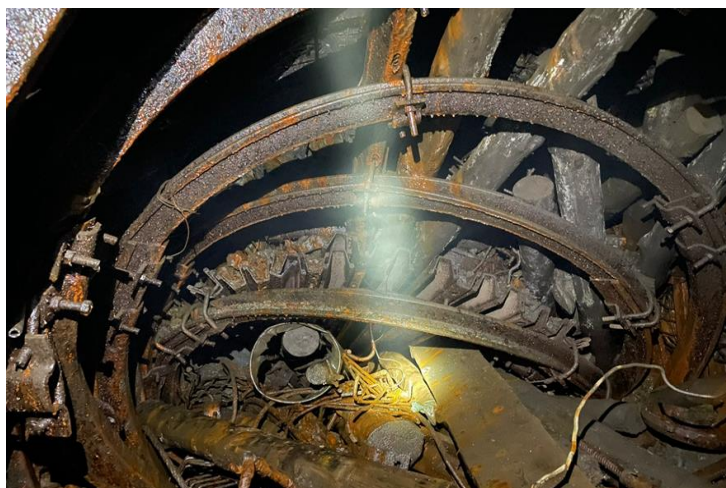


Рисунок 1.4 - Конвергенция крепи штрека скрепирования

Необходимо отметить тот факт, что вышеперечисленные внедряемые мероприятия позволяют решить вопрос необходимо-достаточной устойчивости откаточных выработок, попадающих в зону влияния очистных работ, только частично.



Рисунок 1.5 - Конвергенция крепи откаточных выработок

Продолжительность развития смещений массива зависит от параметров жесткости крепи — чем она выше, тем больше время развития смещений, другими словами, тем дольше крепь сопротивляется развивающимся смещениям массива. Анализ состояния крепи откаточных выработок в уже отработанных блоках показал, что крепление откаточных выработок двухслойной металлической арочной крепью шагом через 0,3 м не обеспечивает их устойчивости на весь срок эксплуатации ввиду высоких смещений массива.

После возведения арочной крепи выделены три основных этапа динамики развития деформации приконтурного массива (пока ещё находящегося вне зоны влияния очистных работ):

— на первом этапе (до 7 суток): за счет недозабутовки и наличия пустот происходит интенсивное развитие и образование свода естественного обрушения, в результате чего происходит увеличение нагрузки на крепь от объема обрушенной массой;

— на втором этапе (до 7 мес. после возведения крепи) в приконтурном массиве формируется зона 2 (зона запредельных деформаций) и зона 3 (зона остаточной прочности), за счет уплотнения обрушенных в кровле пород, разрушения и разуплотнения массива;

— на третьем этапе - величина напряжения, действующего в приконтурном массиве (зоны 2–3) по мере деформации приконтурного массива увеличивается, нагрузки превышают несущую способность крепи, следовательно нарастает и деформация самой крепи, выбирается ее податливость, появляются разрушения. В результате смещения элементов крепи (недостаточный отпор) во внутрь сечения выработки, происходит увеличение зоны остаточной прочности 3, после чего происходит разрушение массива в зоне 2 с увеличением объёма обрушенной массы. Зоны 2 и 3 сливаются, образуя единую зону остаточной прочности, а в массиве формируется новая зоны запредельных деформаций, радиус которой больше первоначального.

Проблема устойчивости откаточных выработок, расположенных в зоне проявления опорного давления, является в настоящее время на шахтах самой актуальной. В связи с преждевременной деформацией крепи и последующими за этим неоднократными перекреплениями откаточных выработок снижается производительность выемочной единицы, и для того, чтобы поддержать ее на плановом уровне, необходимо увеличивать площади выпуска, что усложняет своевременное поддержание горных выработок. Согласно предварительным расчетам отпор крепи откаточных выработок, расположенных в зоне опорного давления, должен находиться в пределах:

180 (min) - 280 (max) тонн /пм в зависимости от удаленности откаточной выработки от границы очистных работ (как по вертикали, так и по горизонтали) и геомеханических свойств приконтурного массива.

В настоящее время откаточные выработки, уже попавшие в зону влияния опорного давления, крепятся или перекрепляются двухслойной арочной податливой крепью с забутовкой межрамного пространства лесом. Такая крепь, обладая повышенными амортизационными характеристиками, способна на некоторый период времени (фактически от 4 до 7 месяцев) противостоять постоянно усиливающимся смещениям в приконтурном массиве. По истечении указанного срока крепь деформируется, и выработка подлежит перекреплению. Проведенными опытно-промышленными исследованиями установлено, что в период нахождения горной выработки в

зоне L *тах.* оп. давл боковые смещения контура рассматриваемой выработки преобладают над вертикальными, т.е. приконтурный массив выработки работает в режиме ранее рассмотренных процессов неупругих деформаций.

Необходимо отметить что развитие конвергенции (уменьшение сечения) в горной выработке происходит практически до полного смукания бортов выработки и может иметь величину до 1,2м. Практически при ширине выработки менее 2700 м (прирост 200 мм/мес, таблица 1.6) отсутствуют необходимые технологические габариты и выработка перекрепляется.

Одним из вариантов компенсации приведенных значений максимальной конвергенции (1200 мм увеличение сечения выработки (ширины) на величину конвергенции (≥ 1000 мм)). Но при этом возрастут и расчетные нагрузки.

Так анализ состояния крепи откаточных выработок в уже отработанных блоках показал, что крепление откаточных выработок двухслойной металлической арочной крепью шагом через 0,3м. фактически не обеспечивает их устойчивости на весь срок эксплуатации, так как по мере попадания конкретного участка в зону влияния *тах.* опорного давления происходит деформация самого приконтурного массива, выраженная в конвергенции контура откаточной выработки.

В процессе интерпретации количественных параметров (временные и площадные) скорости конвергенции контура выработки:

- прирост - 30-70 мм/мес – отстрел хомутов, просадка верхняков, смещение стоек, деформации элементов крепи (СВП) нет;

- прирост - 120 - 200 мм/мес – раскатывание, деформация, изгиб, излом элементов крепи в течении 2-3 месяцев, потеря сечения выработки на 60%, крепь фактически неработоспособна, анализ представлена на рисунке 1.6

Таким образом, массив пород до проведения выработок находится в весьма сложном напряженном состоянии, толщи углистых алевролитов пластичны, а карбонатные и кремнистые прослойки в силу их большой жесткости легко дробятся.

С вводом в эксплуатацию месторождений с указанными горно-геологическими условиями все более усложняются работы по поддержанию подготовительно-нарезных выработок. Повышение устойчивости подготовительно-нарезных работ и содержание горных выработок на протяжении всего срока их эксплуатации являются важными и непеременимыми условиями безопасности труда рабочих, повышения эффективности, обеспечения бесперебойной работы.

Практика показывает, например, на Донского Гока, что в перемятых и перетертых неустойчивых углисто-глинистых сланцах при подготовительно-нарезных работах в основном применяется крепление сплошной деревянной крепью ввиду небольшого веса, легкости возведения и сравнительно малой стоимости

Год	Месяц	Добыча по штрекам		Ширина очистного пространства, м.		Прирост динамики конвергенции, мм/мес	Наблюдательные станции, №	Характерные особенности состояние крепи На начало отработки блока 50-56 и блока 50-47 откаточные Орты 50 и 56 были закреплены одинарной металлической арочной крепью с шагом 0,5 м., сечением 10 кв.м.	
		Блок (50-47)	Блок (50-56)	по прот., м.	вкрест прот., м.				
1999	сен		ШС2-3 (50-53)	30	24	15-18	нс-1,2,3	Прирост динамики конвергенции 15-18 мм/мес - не приводит к деформации элементов металлической податливой арочной крепи.	
	окт		ШС2-3 (50-53)	30	24	15-18	нс-1,2,3		
	ноя		ШС2-3 (50-53)	30	24	15-18	нс-1,2,3		
	дек		ШС2-3 (50-53)	30	24	15-18	нс-1,2,3		
2000	январь		ШС2-3 (50-53)	30	24	15-18	нс-1,2,3	Прирост динамики конвергенции 20-33 мм/мес - приводит к смещению стоек крепи по почве, увеличению узла податливости (арочная крепь переходит в работу в жестком режиме)	
	фев		ШС2-3 (50-53)	30	24	15-18	нс-1,2,3		
	мар		ШС2-3 (50-53)	30	24	15-18	нс-1,2,3		
	апр		ШС1-4(50-53) ШС2,4(56-53)	60	48	20-33	нс-1,2		
	май		ШС1-4(50-53) ШС2,4(56-53)	60	48	20-33	нс-1,2,3		
	июнь		ШС1-4(50-53) ШС2,4(56-53)	60	48	20-33	нс-1,2,3		
	июль		ШС1-4(50-53) ШС2,4(56-53)	60	48	20-33	нс-1,2,3		
	авг		ШС1-4(50-53) ШС2,4(56-53)	60	48	20-33	нс-1,2,3		
	сентябрь		ШС1-4(50-53) ШС2,4(56-53)	60	48	20-33	нс-1,2,3		
	октябрь		ШС1-4(50-53) ШС2,4(56-53)	60	48	20-33	нс-1,2,3		
2001	ноябрь		ШС1-4(50-53) ШС2-4(56-53)	60	48	37-45	нс-1,2,3	Прирост динамики конвергенции 37-71 мм/мес - приводит к частичной деформации металлической податливой крепи(изгиб стоек, раскатывание верхняков и отстрел "хомутов"), при этом явного разрушения элементов крепи не наблюдается.	
	декабрь		ШС1-4(50-53) ШС2-4(56-53)	60	48	37-45	нс-1,2,3		
	январь		ШС2-4(56-53) ШС2-3(50-53)	60	54	45-63	нс-1,2,3	Прирост динамики конвергенции 73-200 мм/мес - приводит к деформации металлической податливой крепи (излом, расплющивание и скручивание элементов крепи) и отстрелу "хомутов", крепь фактически не работоспособна. Потеря сечения выработки составляет 60 %. Выработка требует перекрепки.	
	февраль		ШС2-4(56-53) ШС2-3(50-53)	60	54	65-71	нс-1,2,3		
	март		ШС2-4(56-53) ШС2-3(50-53)	60	54	73-96	нс-1,2,3		
	апрель		ШС2-4(56-53) ШС2-3(50-53)	60	54	100-130	нс-1,2,3		
	май		ШС2-4(56-53) ШС2-3(50-53)	60	54	134-170	нс-1,2,3		
	июнь		ШС2-4(56-53) ШС2-3(50-53)	60	54	170-190	нс-1,2,3		
	июль		ШС2-4(56-53) ШС2-3(50-53)	60	54	200	нс-1,2,3		
	август		На этом участке выработки начата частичная перекрепка (замена стоек крепи)						
	сентябрь		ШС2-4(56-53) ШС2-3(50-53)	60	54				
	октябрь		ШС2-4(56-53) ШС2-3(50-53)	60	54				
	ноябрь		ШС2-4(56-53) ШС2-3(50-53)	60	54				
	декабрь		ШС2-4(56-53) ШС2-3(50-53)	60	54				
	2002	январь	ШС1,2 (50-47)	ШС2-4(56-53) ШС3-3(50-53)	90	60			Установка и наблюдение за динамикой конвергенции крепи не представлялась возможным из-за регулярной перекрепки горной выработки.
		февраль	ШС1,2 (50-47)	ШС2-4(56-53) ШС3-3(50-53)	90	60			
март		ШС1,2 (50-47)	ШС2-4(56-53) ШС3-3(50-53)	90	60				
апрель		ШС1,2 (50-47)	ШС2-4(56-53) ШС3-6(50-53)	90	72				
май		ШС1,2 (50-47)	ШС2-4(56-53) ШС3-6(50-53)	90	72				
июнь		ШС1-3 (50-47)	ШС2-4(56-53) ШС3-6(50-53)	90	72				
июль		ШС1-3 (50-47)	ШС2-4(56-53) ШС3-6(50-53)	90	72				
август		ШС1-3 (50-47)	ШС2-3(56-53) ШС3-7(50-53)	90	84				
сентябрь		ШС1-3 (50-47)	ШС2-3(56-53) ШС3-7(50-53)	90	84				
октябрь		ШС1-3 (50-47)	ШС2-3(56-53) ШС3-7(50-53)	90	84				
ноябрь		ШС1-3 (50-47)	ШС2-3(56-53) ШС3-7(50-53)	90	84				
декабрь		ШС1-3 (50-47)	ШС2-3(56-53) ШС3-7(50-53)	90	84				
2003	январь	ШС1-3 (50-47)	ШС2-3(56-53) ШС4-8(50-53)	90	84			На данном участке выработки производится частичная (замена поврежденных элементов крепи) перекрепка с периодичностью 1 раз в 1-2 месяца	
	февраль	ШС1-3 (50-47)	ШС2-3(56-53) ШС4-8(50-53)	90	96				
	март	ШС1-4 (50-47)	ШС2-7(56-53) ШС3-7(50-53)	90	96				
	апрель	ШС1-4 (50-47)	ШС2-7(56-53) ШС6,7(50-53)	90	96				
	май	ШС1-4 (50-47)	ШС2-7(56-53) ШС6,7(50-53)	90	96				
	июнь	ШС3,4 (50-47)	ШС2-7(56-53) ШС6,7(50-53)	90	96				
	июль	ШС4 (50-47)	ШС2-7(56-53) ШС6,7(50-53)	90	96				
	август	ШС4 (50-47)	ШС7(56-53) ШС7,8(50-53)	90	96	3-5	нс1-13		
	сентябрь	ШС4 (50-47)	ШС7(56-53) ШС7,8(50-53)	90	96	4-7	нс1-13		
	октябрь	ШС4 (50-47)	ШС7(56-53) ШС8(50-53)	90	96	4-8	нс1-13		
2003	ноябрь	ШС4 (50-47)	ШС7(56-53) ШС8(50-53)	90	96	7-10	нс1-13	Участок орта находится вне зоны влияния опорного давления (под обрушенным пространством). Вновь установленная крепь находится в удовлетворительном состоянии.	
	декабрь	ШС4,5,8 (50-47)	ШС7(56-53)	90	96	10-15	нс1-13		

Рисунок 1.6 - Анализ динамики конвергенции откаточного орта.

В период нахождения откаточной выработки в зоне влияния *тах.* опорного давления перекрепка откаточной выработки (с установкой 2-х слойной податливой арочной крепи с затяжкой межрамного пространства лесом) эффективна только на период не более 4-х месяцев после чего производится вторичная перекрепка.

Сравнительные расчетный показатели соответствия прочностных свойств применяемой 2-х слойной арочной крепи к расчетным нагрузкам, действующим в зоне влияния очистных работ сведены в таблице 1.7.

Таблица – 1.7 Расчетный величина нагрузки на днище блока тонн/м

Участок орта	Период	Величина нагрузки в днище блока, тонн/м	Несущая способность 2-х слойной крепи, тонн.	Коэффициент запаса прочности
L min оп. давл. – начало очистных работ	до 1 года	180	2*90 = 180 (max)	1
L max оп. давл. – середина очистных работ		288	180	0,63

Примечание: - данный тип крепи способен компенсировать нагрузки только на начальной стадии ведения очистных работ (Lmin оп. давл.);
 - при дальнейшем развитии опорного давления (Lmax.оп.давл) прочностные характеристики комбинированной крепи будут ниже величины расчётной нагрузки в приконтурном массиве, расчет опорного давления представлена рисунок 1.7. Следовательно, необходимо прогнозировать перекрепку.

На рисунке 1.7 представлена расчет зоны влияние очистных работ.

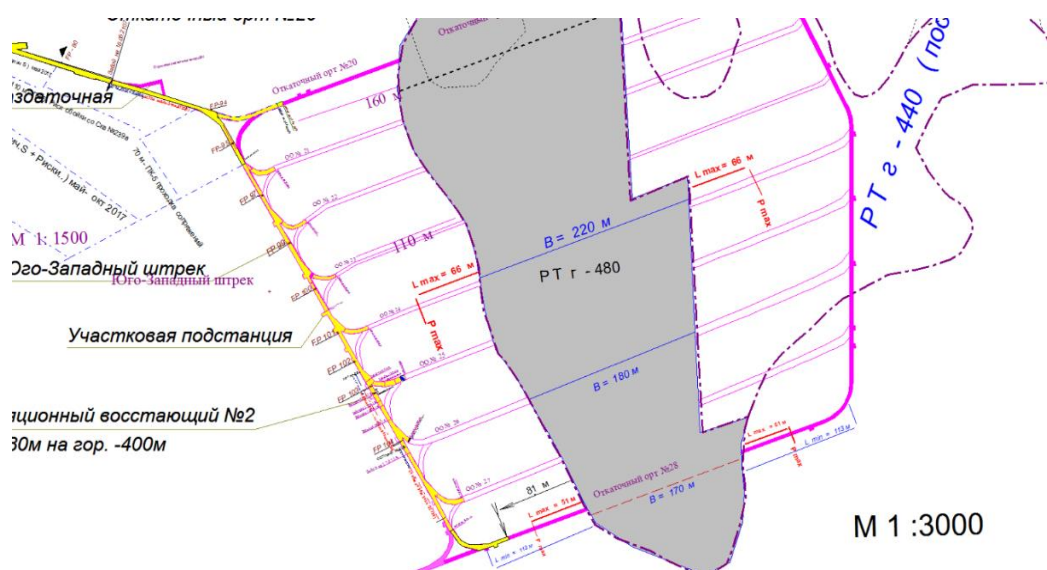


Рисунок 1.7 – Расчет обоснование границ влияния очистных работ (L max.оп. давления и L min. оп. давления) в первом очистном блоке гор. -480

2 Исследования напряженно – деформированный состояния горных пород

2.1 Состояние горных пород вокруг крепи

Расчет напряженно – деформированного состояния (далее НДС) массива горных пород и шахтной крепи производился для поперечного сечения 1, используемого при проходке горных выработок в условиях ШДНК 2 – я очередь.

НДС оценивался в трех разных постановках задачи:

1-критерий прочности Кулона – Мора, метод конечных элементов (МКЭ)

2-критерий прочности Хука – Брауна, МКЭ

3-метод конечно – дискретных элементов (МКДЭ)

Расчетная схема с послойным разупрочнением массива представлена на рисунке 2.6. Моделирование данной расчетной схемы производилось методом конечных элементов с использованием критерия прочности Кулона – Мора.

При анализе НДС массива в окрестности горных выработок рассматривались анизотропная упругопластическая модель Кулона-Мора. Трещиноватость горного массива моделировалась ведением двух структур со свойствами систем трещин. Свойства породных блоков между трещинами принимались по данным лабораторных исследований образцов породы.

Критерии Кулона – Мора выражают в виде уравнения:

$$\tau = C * \tan \varphi, \quad (2.1)$$

Моделирование напряженно – деформированного состояние массива проводилось в два этапа. Первый этап – моделирование незакрепленной выработки и классификация массива. Второй этап – моделирование закрепленного массива и разработка паспортов крепления представлена на рисунке 2.1. Напряженное состояние крепи составляет $-47 \div 153$ МПа, т.е. находится в пределах нормативной прочности и отдельные превышения напряжений, в основном, приурочены к району сопряжений и составляют не более 50% от предельной несущей способности крепи.

Установленные растягивающие напряжения в крепи находятся в пределах $70 \div 140$ МПа, что составляет $40 \div 60\%$ от разрушающей нагрузки, и являются следствием перераспределения напряжений вокруг рассечек

Результаты исследований, подробно описанные в отчетах [1-5] и в монографии [6], показали, что первопричина произошедших нарушений крепи ствола заключается в неравномерности его нагружения.

Деревянная крепь имеет существенные недостатки: недолговечность, возгораемость, склонность к загниванию и возможность применения только прямолинейных элементов крепи, что послужило причиной постепенного

вытеснения ее другими видами. Учитывая достоинства тросовых штанг, которые заключаются в значительной несущей способности на растяжение и на изгиб, возможности применения совместно с другими способами упрочнения, малой стоимости из-за использования материалов бывших в употреблении, представляется целесообразным применение тросовых штанг в рассматриваемых условиях.

Расчетная схема представлена на рисунке 2.1

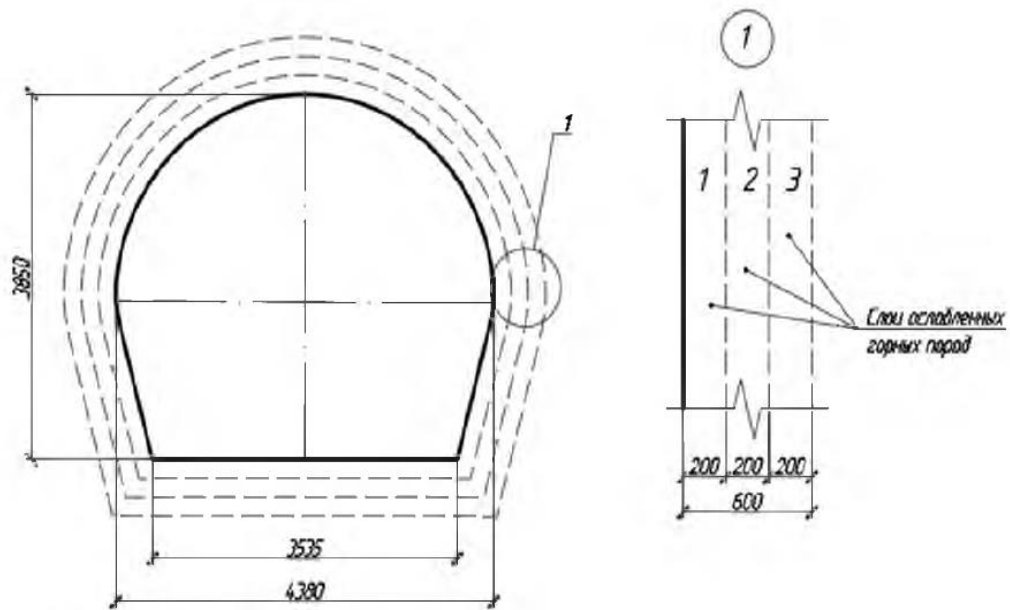


Рисунок 2.1– Схема для расчета напряженного деформированного состояния массива горных пород

Процесс снижения прочности (напитывание влагой) горных пород моделировался путем добавления трех слоев в приконтурную зону выработки, и изменением физикомеханических характеристик (см.рисунок 2.7). Толщина одного составляла 200 мм, общая толща изменяемого массива – 600 мм. Мощность разупрочнения подтверждается в ходе визуальных наблюдений за состоянием выработок в процессе опытно-промышленных испытаний.

Изменение прочностных характеристик пород учитывалось в порядке, указанном в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Изменение прочностных характеристик горных пород

№ слоя	Временной интервал, ч			
	0	6	12	24
1	σ_0	σ_1	σ_2	σ_3
2	σ_0	σ_0	σ_1	σ_2
3	σ_0	σ_0	σ_0	σ_1

Примечание: σ_0 – физикомеханические свойства горной породы до контакта с влагой; σ_1 – физикомеханические свойства горной породы через 6 часов после контакта с влагой; σ_2 – физикомеханические свойства горной породы через 12 часов после контакта с влагой; σ_3 – физикомеханические свойства горной породы через 24 часа после контакта с влагой.

Физико-механические характеристики, используемые при моделировании, приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – прочностные свойства заполнителя трещин

Тип заполнителя	Сцепление, МПа			Угол внутреннего трения, град.		
	Минимально е	Максимально е	средне е	Минимально е	Максимально е	средне е
Кремнисто-карбонатный	2,4	4,5	3,1	30	42	37
Талько-слюдистый	0,45	3,1	1,9	17	44	33
Серпфитовый	1,8	9,6	6,0	20	43	35
Серпентиновый	7,0	15	10,8	30	49	41

Размер зоны неупругих деформаций оценивался по нескольким характеристикам:

- Yielded Elements
- Максимальные деформации
- Strength Factor – отношение прочности пород к максимальным напряжениям в каждом расчетном элементе.

Результаты моделирования показывают, что выработки, пройденные в горных породах – серпентиниты по дунитам и перидотитам (надрудный и подрудный с первичными трещинами) сохраняют устойчивость в течении 12 часов после обнажения, затем возникают вывалообразования и происходит дальнейшее разрушение выработки. В серпентинитах по дунитам и перидотитам (порудный с вторичными трещинами) устойчивость выработки сохраняется в течение 6 ч после обнажения горной породы и в серпентинитах по дунитам и перидотитам (надрудный с вторичными трещинами) до 6 ч.

На основании результатов моделирования горные породы разделены на три класса устойчивости:

Класс 1 средней устойчивости - Серпентиниты по дунитам и перидотитам.

Класс 2 неустойчивые - Серпентиниты по дунитам и перидотитам

Класс 3 весьма неустойчивые – Серпентиниты по дунитам и перидотитам

2.2 Опыт крепления подземных горных выработок в зоне влияния очистных работ

Устойчивость подземных горных выработок, прежде всего, зависит от свойств и способности окружающего приконтурного массива сопротивляться действию растягивающих, сжимающих и сдвиговых напряжений под влиянием статистических и динамических внешних нагрузок.

Свойства горных массивов достаточно разнообразны, и для описания их

характеристик возникла необходимость систематизации и сведения к общему числовому показателю разрозненных данных в классификации. Использование классификаций требует наличие характеристик массива, а их применение в конечном итоге позволяет принять определенные решения.

В зоне влияния очистных работ, в местах, где металлическая крепь как самостоятельная конструкция не обеспечивает требуемого эффект: обеспечение безопасности работ, вследствие ее деформации, рациональным будет использование комбинированных крепей. Комбинированными крепями называются такие конструкции крепей, которые сочетают в себе два или более видов крепи, каждый из которых может применяться как отдельный вид [8].

Одной из такой конструкции комбинированной крепи являются рамно-анкерные крепи (сочетание металлической рамной крепи с анкерной крепью). При установке крепи различают следующие схемы их взаимодействия с рамной крепью:

- 1 – анкерная крепь не связана с рамной крепью
- 2 – анкерная крепь связана с рамой крепи в единую грузонесущую систему с использованием механических связей.

По первой схеме улучшение условий работы крепи происходит за счет упрочнения приконтурного массива горных пород анкерами. По второй схеме улучшение условий происходит как за счет упрочнения приконтурного массива горных пород, так и за счет увеличения несущей способности рамы, усиленной анкерами. Главным достоинством крепей такого типа является совместная работа рамы крепи и анкеров, в результате чего происходит перераспределение внутренних усилий в раме крепи.

2.3 Исходное напряженно-деформированное состояние массива горных пород участка

Исходное напряженно деформированное состояние (или, иначе говоря: природное, фоновое, первоначальное НДС) массива горных пород месторождения «Алмаз-Жемчужина» определено на основании многолетних натурных исследований, проводимых ИГД УрО РАН на шахте с 1980 по 2019 гг. Учитывая, что рассматриваемый участок подземной разработки находится посередине между вскрывающими стволами 1-й и 2-й очереди шахты, были использованы результаты следующего комплекса натурных замеров[4].

На участке 1-й очереди:

-замеры горизонтальных напряжений на внутреннем контуре бетонной крепи стволов Клетевой, Скипо-Клетевой, Вспомогательный и Северный Вентиляционный в интервале глубин 259-610 м, а также на внутреннем контуре спинок чугунных тюбингов в стволе Клетевой на глубинах 886-954 м:

- замеры горизонтальных напряжений на внутреннем контуре бетонной крепи ствола Вентиляционный в интервале глубин 388 – 902 м и горизонтальных напряжений на контуре полок тюбингов ствола

Вентиляционный в интервале глубин 920- 1199 м:

- замеры горизонтальных напряжений вмещающих пород при проходке ствола Скиповой на глубине 638 м (вмещающие породы- среднетрещиноватые габбро-амфиболиты: радиус ствола вчерне -5,4м: 14 реперных линий по реперам на высоте 1 м от забоя, уходка забоя на 6 м). [10].

По результатам вышеперечисленных натуральных исследований, подробно описанных в «Регламенте» [2] выявлено, что массив горных пород в окрестностях стволов 1-й и 2-й очереди шахты вне зоны влияния очистных работ на базах деформирования от нескольких метров до первых десятков метров изменение главных нормальных компонент тензора исходных(природных) напряжений по глубине H происходит в соответствии со следующими зависимостями, в графическом виде представленными на рисунке 2.2:

На рисунке 2.2 представлена зависимость напряжение с глубиной разработки

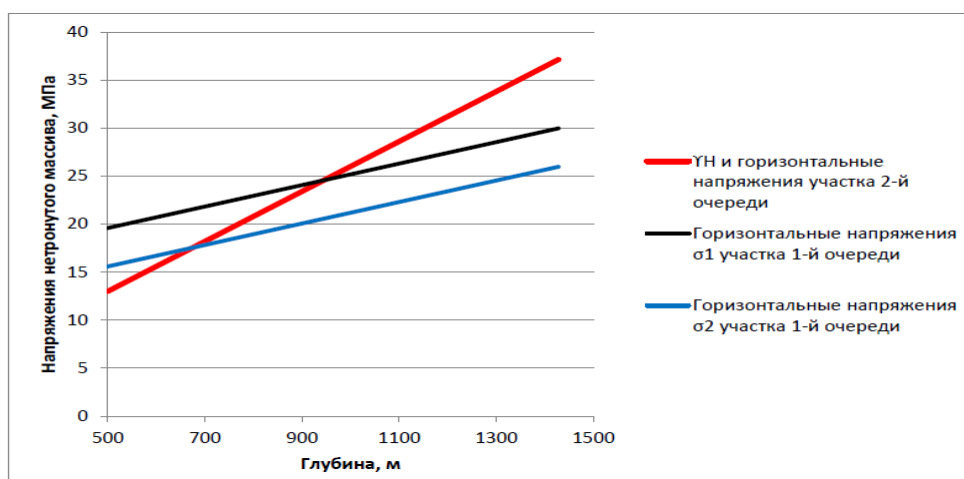


Рисунок 2.2 – Параметры природного поля напряжений массивов горных пород шахты «Десятилетие независимости Казахстана» вне зоны влияния очистных работ на базах деформирования от нескольких метров до первых десятков метров

1. Вертикальные напряжения: на обоих участках изменяются в соответствии с приращением у H

$$\sigma_{гор1} = \lambda \gamma H + 14 \text{ МПа} \quad (2.2)$$

2. Горизонтальные напряжения – определяются зависимостями: на участке 1-й очереди:

$$\sigma_{гор2} = \lambda \gamma H + (7 \div 10) \text{ МПа} \quad (2.3)$$

Азимут оси $\sigma_{тах}$ составляет $45 \div 60^\circ$

На участке 2-й очереди:

$$\sigma_{гор1} = \sigma_{гор2} = \gamma H \quad (2.4)$$

Представленным на рисунке 2.2 можно понять, что напряжение идет на возрастание с ведением углубление.

где $\gamma = 0,026 \text{ МН} / \text{м}^3$ – объемный вес породного массива

H - рассматриваемая глубина, м:

$\lambda = \mu / (1 - \mu) = 0,43$ - коэффициент бокового давления

$\mu = 0,3$ - коэффициент Пуассона породного массива.

Исходя из местоположения рассматриваемых участков отработки блока 20-28 (посередине между вскрывающими стволами 1-й 2-й очереди шахты) и глубины гор. -480 м (которая при отметке дневной поверхности + 423 м составляет 903 м, а для такой глубины, в соответствии с установленными зависимостями который представлена на рисунке - 2.3, на обоих участках все напряжения находятся в пределах 20 – 24 МПа) в качестве граничных силовых условий для численного моделирования различных вариантов ведения очистных работ принято «гидростатическое» исходное НДС рудопородного массива показано на рисунке 2.3.

На рисунке 2.3 представлена модель выработки

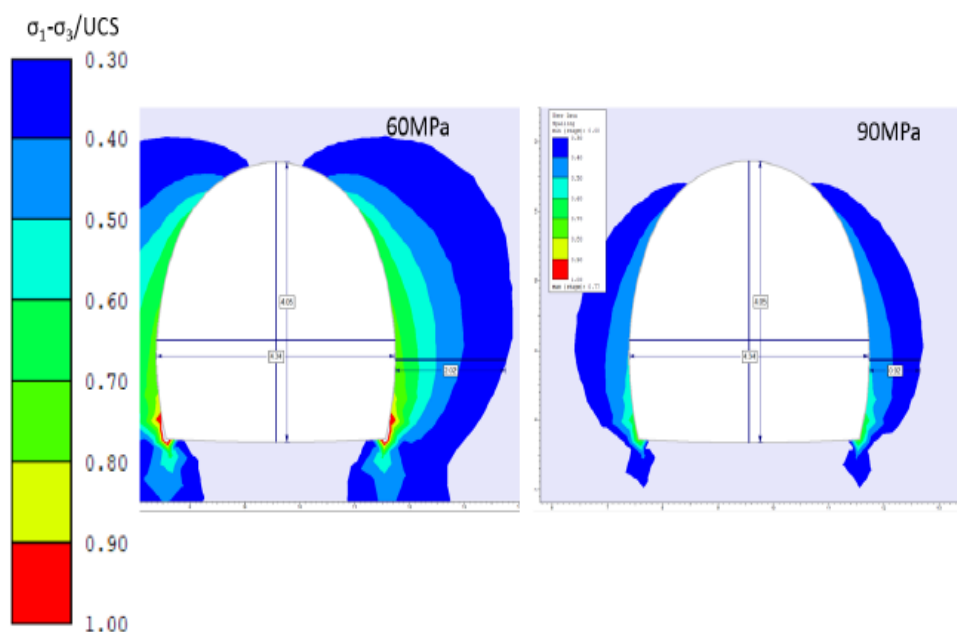


Рисунок 2.3 – гор -480 м. Глубина возникновения повреждений или разрушений под действием напряжений вокруг откаточного штрека, ориентированного аналогично горизонтальной выработке 20(направления -

70*) для двух состояний прочности неповрежденных пород. Контуры показывают степень разрушения

С увеличением глубины, разрушений под действием напряжений вокруг откаточного штрека аналогично горизонтальной выработке как представлена в рисунке 2.3.

2.4 Анализ и геомеханическое моделирование напряженного состояние приконтурного массива горных пород и шахтной крепи

Численное моделирование выполнено методом конечно-дискретных элементов (МКДЭ) в программе Proock.

МКДЭ позволяет моделировать динамические процессы с учетом физической блочности породного массива. Расчет выполняется пошагово, с каждым шагом расчета производится приращение заданного интервала времени, исходя из которого через ускорения считаются скорости, перемещения. Ускорения вызванных деформациями конечных и трещинных элементов.

Количество шагов расчета по каждой стадии показано в таблице 11. Различное количество шагов по стадиям связано с тем, что переключение между стадиями подбиралось вручную, после оценки стабилизации динамической системы, таблица 2.3. То есть, когда по векторам скоростей и трещинообразованию становилось понятно, что система стабилизировалась, запускалась следующая стадия.

Таблица 2.3 – Количество шагов расчета

Стадия	0	1	2	3
Время после проходки, ч	-	6	12	24
Макс. номер шага расчета	20 000	600 000	2 800 000	7 200 000

На рисунке 2.4 представлена исходная модель.



Рисунок 2.4 – Внешний вид модели перед расчетом

На рисунках 2.4 – 2.5 показано состояние модели на конец каждой

стадии снижения свойств.

Дифференциальные напряжения хорошо отображает процесс индуцированного вывала блоков. Синим окрашены элементы с наименьшими дифференциальными напряжениями, большие синие участки соответствуют обособившимся от напряженного массива блокам породы.

Однако надо учитывать, что в почве и правом борту выработки блоки какое-то время остаются устойчивы за счет остаточного трения, при том, что они сместились из-за напряжения.

Расчеты вывалов на каждой стадии производятся с анализом чувствительности по свойствам трещиноватости.

Увеличение размеров вывалов по стадиям показано таблице 2.4. Уменьшение размера вывала в левом борту выработки на 1 стадии и в правом борту на 2 стадии объясняется конвергенцией.

Таблица 2.4 - Увеличение глубины вывалов по стадиям

Стадия	1	2	3
Время после проходки, ч	6	12	24
Глубина вывала от начальной границы выработки, м			
Кровля	0,52	0,88	1,25
Левый борт	0,87	0,84	1,45
Правый борт	0	0,88	0,84

На рисунке 2.5,2.6,2.7,2.8,2.9 представлена вывалообразование во времени

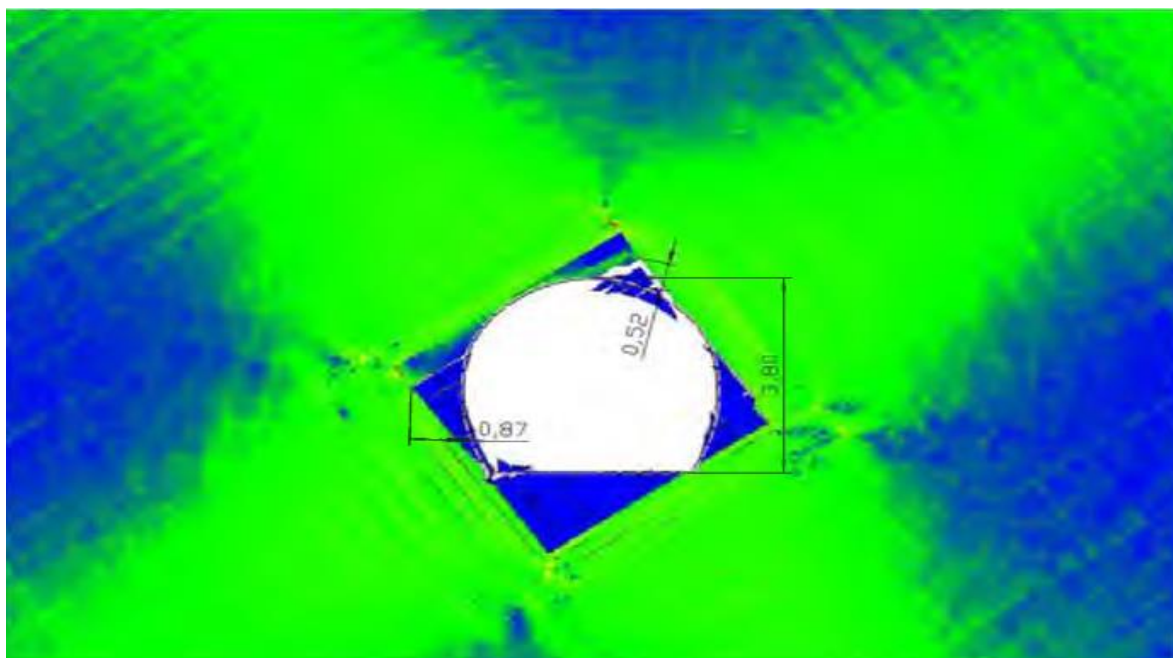


Рисунок 2.5 – Дифференциальные напряжения и размеры вывалов через 6 часов после проходки

Из рисунка 2.5 можно понять что размеры вывалов через 6 часов после

проходки, по кровле идет 0,52 м, а по борту выработку идет смещение 0,87 м.

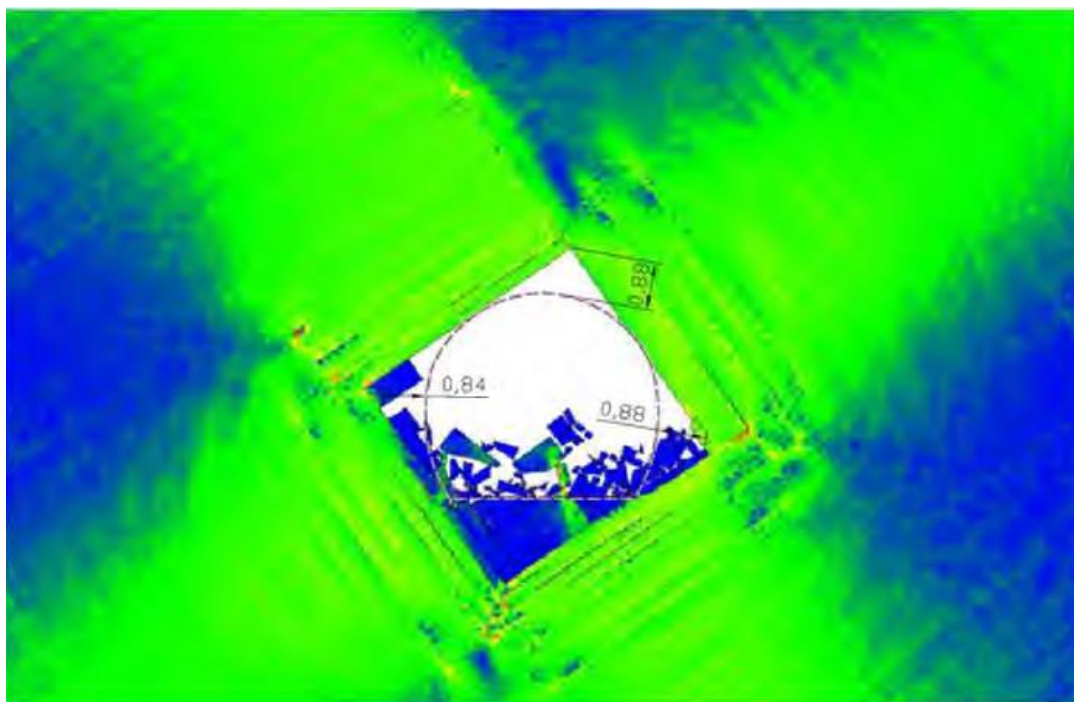


Рисунок 2.6 – Дифференциальные напряжения и размеры вывалов через 12 часов после проходки

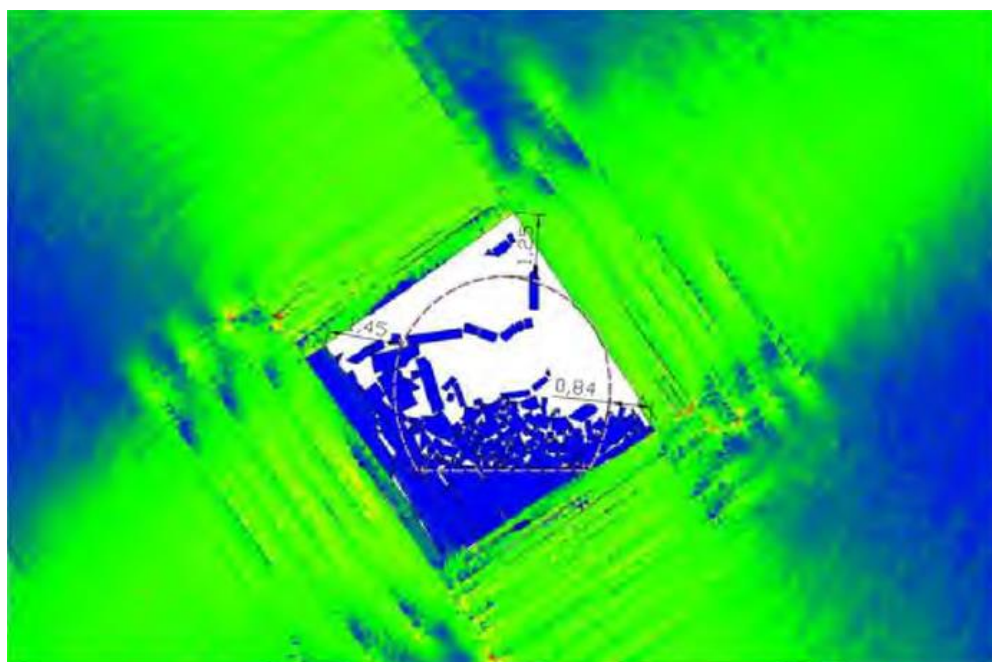


Рисунок 2.7 – Дифференциальные напряжения и размеры вывалов через 24 часов после проходки. На рисунке 18 представлен вариант расчета для ослабленного массива с $GSI=50$ для 3 стадии – через 24 часов после проходки

На рисунке 2.7 после проходки 24 часов после проходки, смещение по всему периметру выработки неминуема.

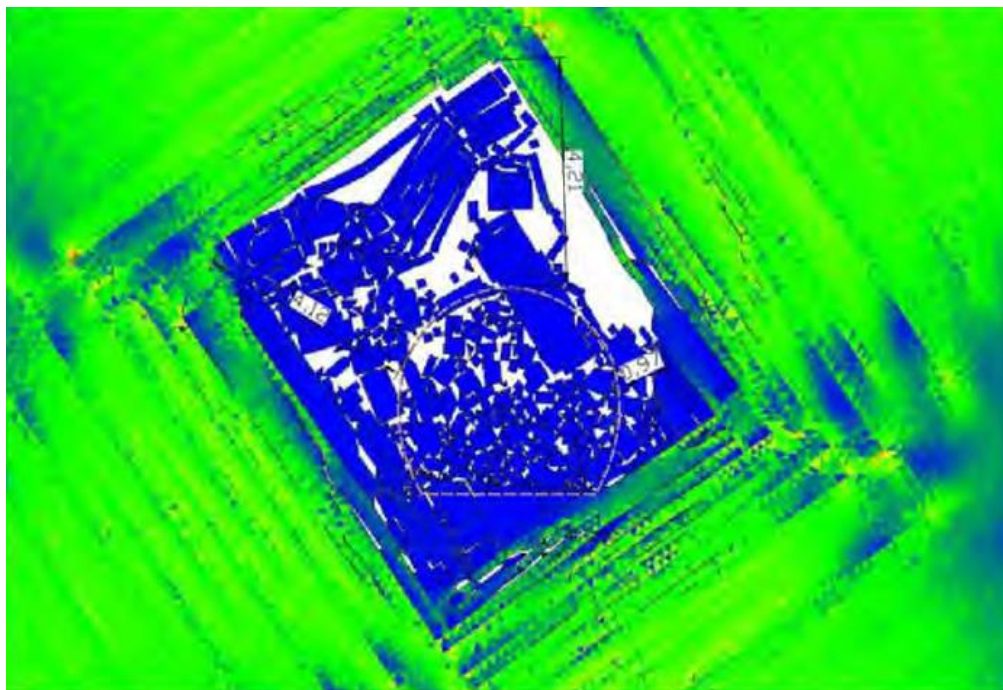


Рисунок 2.8 – Дифференциальные напряжения и размеры вывалов 24 часов после проходки

На рисунке 2.8 показано, на каком расстоянии от исходных границ выработки происходит запредельное деформирование.

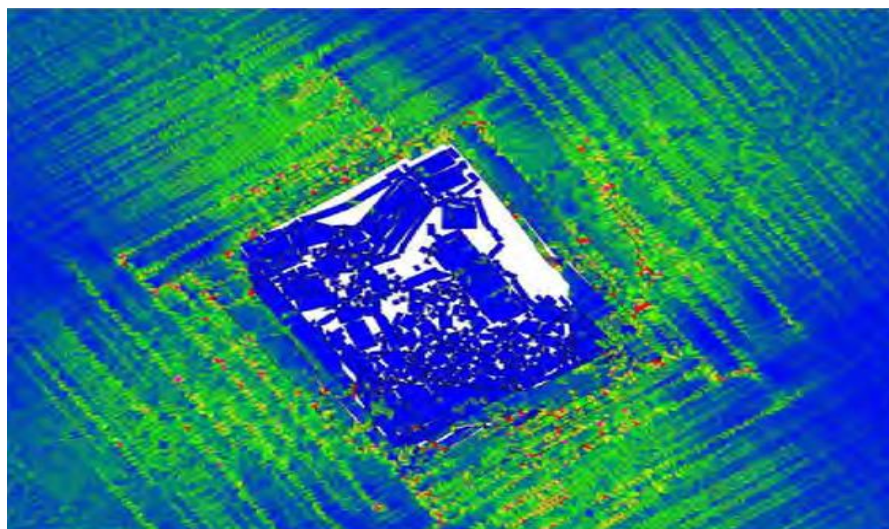


Рисунок 2.9 – Дифференциальные напряжения и размеры вывалов через 24 часов после проходки

Запредельное деформирование по трещинам происходит на расстоянии 5,6 м по кровле с остатком смещения до разрушения 20% и менее (от желтого к красному цвету) как показано на рисунке 2.9. На расстоянии 7,5 м по кровле

происходит деформирование к остатку смещения до разрушения более 50% (от зеленого к желтому). Это процент представляет собой аналог запаса прочности (или КЗУ) для трещинных элементов, находящихся в запредельном деформировании.

В таблице 2.5 представлен сравнительный анализ размер зоны неупругих деформации, рассчитанного по МКЭ и глубина вывала, рассчитанной по МКДЭ. [11].

Таблица 2.5 – Увеличение глубины вывалов по стадиям

Геологический индекс прочности массива GSI	70	50
Глубина вывала от начальной границы выработки, м	1,25	4,21
Размер зоны неупругих деформаций, м	1,7	5,5
Отношение глубины вывала к размеру зоны, %	74	76

Из таблицы видно, что на границе зоны неупругих деформации массив имеет запас прочности для трещинных элементов, находящихся в запредельном деформировании в среднем 25% (КЗУ=1,25).

3 Исследование предлагаемой технологий крепления подземных горных выработок в зоне влияния очистных работ

3.1 Предлагаемая технологии крепления подземных выработок

Своевременное создание жесткой армированной конструкции крепи-массив позволяет исключить негативное процес сдвижения в приконтурном массиве. Предварительное упрочнение массива в период не менее 6 месяц до начала очистных работ с тросовыми и цемент анкерами обеспечить своевременное сохранение прочностных характеристик еще ненарушенного приконтурного массива в зоне влияния очистных работ. Установка на внутреннем контуре выработки дополнительной крепи в виде арок из армокаркаса или спец профиля. Расчет крепи представлено в таблице 3.1. Последовательность возведения данного типа крепи:

Проходка орта с креплением проходческого класса 7,1 $S = 15,9 \text{ м}^2$.

Установка тросовых анкеров на глубину 12-15 м непосредственно перед началом очистных работ. В итоге конструкция крепи будет иметь следующий вид. Расчет производится согласно СНиП II -94-80 [13] в следующем порядке:

1. Определяется величина остаточного сопротивления рудного массива одноосному сжатию:

$$R_0 = 0.1 \times 80 = 8 \text{ МПа} \quad (3.1)$$

2. Расчетные смещения кровли приконтурного массива определяем по формулам:

$$U = k_\alpha k_0 k_s k_v k_t U_T = 0,45 \times 1,5 \times 0,6 \times 1,60 \times 1 \times 1000 = 648 \text{ мм} \quad (3.2)$$

3. Определяем величину нормативной нагрузки по рассчитанным смещениям(вне зоны опорного давления), т/м^2

$$P = P^H \times K_\Pi \times b = 100 \times 1 \times 4 = 400 \text{ кПа} = 40 \text{ т/м}^2 \quad (3.3)$$

4. Расчетная нагрузка т/ п.м выработки, вне зоны опорного давления

$$P = P^H \times K_{пр} \times K_\Pi \times b = 40 \times 1 \times 1 \times 4 = 160 \text{ т/ п.м} \quad (3.4)$$

5. Расчетная нагрузка, т/м выработки в зоне опорного давления(max)

$$Q = P \times 1.8 = 288 \text{ т/м} \quad (3.5)$$

Согласно предварительным расчетам отпора крепи откаточных выработок, расположенных в зоне опорного давления, должен составлять не менее 0,9-1,2 Мпа в зависимости от удаленности откаточной выработки от границы очистных работ

Для повышения устойчивости горных выработок за счет выравнивания смещений на их контуре и снижения их конечной величины, а также снижения влияния параметров опорного давления на приконтурный массив - предлагается к применению вид жесткой крепи со следующими параметрами (данная крепь должна быть установлена в зоне постоянного смещения приконтурного массива с коэффициентом $k_c = 0,1$):

Армирование приконтурного массива тросовыми + цемент анкерами обеспечит своевременное сохранение прочностных (геоструктурных) характеристик еще ненарушенного приконтурного массива (вне ЗНД) на глубину до 15 м, что позволит максимально использовать прочностные характеристики в конструкции крепь - массив для погашения формирующихся нагрузок. Установка на внутреннем контуре выработки дополнительной крепи (в виде арок из армокаркаса или СВП) как представлено на рисунке 3.1, возможно для оптимизации организационных работ по нанесению 2 - го слоя фиброторкрета или компенсации возможного проявления каких-либо техногенных горнотехнических нарушений на внутреннем контуре крепи.

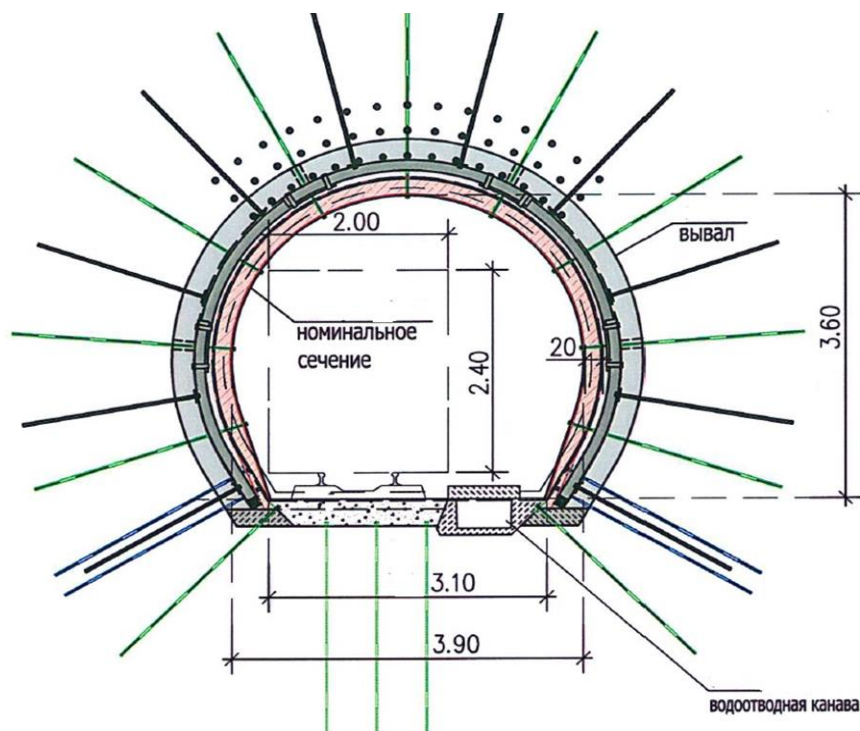


Рисунок 3.1 – Паспорт комбинированное крепи с упрочнением массива

Суммарная несущая способность 2- слойной активной комб.крепя за счет использования прочностных свойств армированного массива не менее 2000, все показатели ниже этого предела не суммируются.

За счет своевременного создания армированной конструкции крепь – массив, исключая формирование или развитие каких либо дополнительных негативных процессов сдвижения в приконтурном массиве (в интервале не менее 15 м от контура выработки) – данный тип крепи (взаимодополняющая конструкция крепь – массив) соответствует расчётным параметром нагрузки в зоне влияния опорного давления.

Для применение комбинированный крепи выбрано участок шахта «Десятилетие Независимости Казахстана» горизонт -480м блок 28-27. Опытно промышленный блок приведено на рисунке 3.2

Инъекционное упрочнение пород обладает хорошей проникающей способностью упрочняющего состава при различной трещиноватости пород, но при использовании смол связано с повышенными материальными затратами и требует соблюдения некоторых мер предосторожности в связи с токсичностью

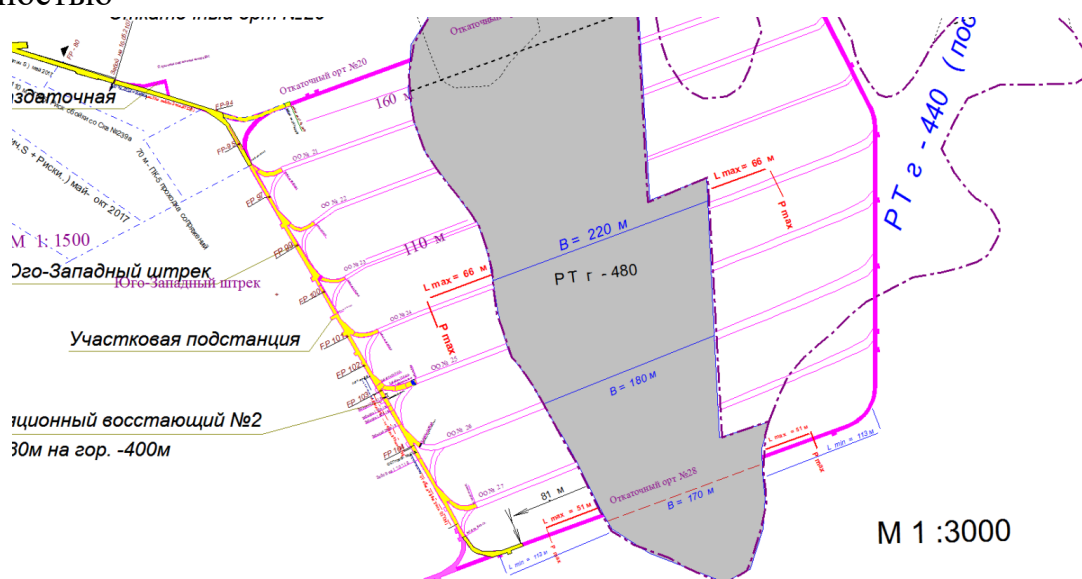


Рисунок 3.2 - Расчет зоны опорного давления в осях 28 - 25

3.2 Практика применения тросовых штанг на отечественных и зарубежных рудниках

Тросовые штанги в мировой практике ведения горных работ в основном используются:

- для упрочнения висячего, лежачего боков и кровли выработок при системах подэтажного обрушения и с применением систем разработки с закладкой;

- для упрочнения междукammerных целиков;
- для упрочнения больших полостей, капитальных горных выработок (рис. 1.1) и туннелей;
- для упрочнения восстающих, стволов, а также для защиты от горных ударов.

Для предупреждения самообрушений и совершенствования конструктивных параметров очистного забоя в ИГД АН Каз.ССР разработан способ укрепления вмещающих пород тросовыми штангами и испытан на руднике «Текели» .

Испытания проведены в камере III очереди блока «Восточная выклинка».

Из выработки, пройденной в висячем боку, на расстоянии 10 м от рудного тела пробурено несколько скважин длиной от 8 до 18 м под углом 0-40° по восстанию. Диаметр скважин 105 мм.

Показатели установки тросовых штанг:

- количество установленных штанг, шт. - 51
- диаметр скважины, мм - 105

На рисунке 3.3 – представлено упрочнение междукammerного рудного целика на руднике Миндякский

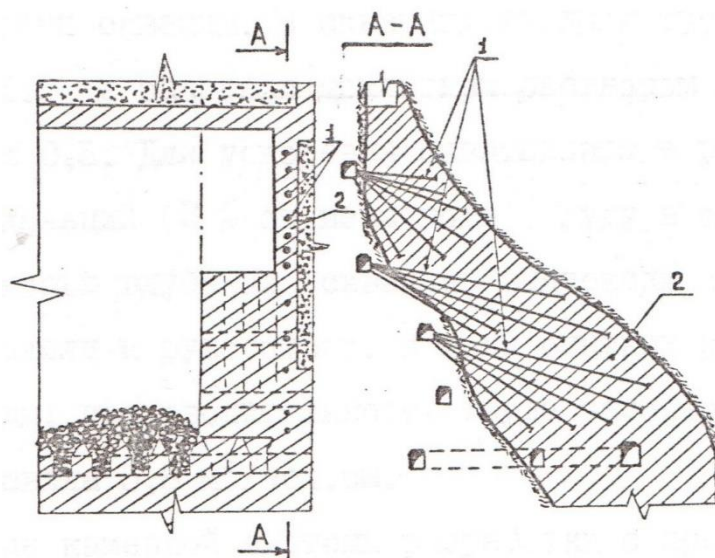


Рисунок 3.3 – Рудник Миндякский

Потери руды – 18,3 %, в том числе:

в рудной корке – 15,4 %;

в днище блока – 2,9% .

Разубоживания руды – 11,4 %.

Для испытания упрочнения горных пород тросовыми штангами на Березовском руднике были выбраны блоки 89, 90 /97/. Вмещающие породы, представленные трещиноватыми и рассланцованными на контактах с материалом даек, склоны к самообрушению; коэффициент крепости по школе проф. М.М.Протодяконова 8-9. Сланцеватость во вмещающих породах – пологая (10-16⁰). Вмещающие породы обуривали веерами скважин. В скважину вводили трос (диаметром 31 мм) рис. 1.3 и заливали цементным раствором с водоцементным отношением 0,5. Для ускорения схватывания в раствор добавляли хлористый кальций (3% от веса воды). Руду в очистной камере отбивали с помощью глубоких скважин, выпускали через плоское днище и доставляли к рудоспуску. В ходе опытных работ добыто 11,8 тыс.т руды; производительность труда забойного рабочего при этом составила 5,8 м³/чел.см.

Применение камерной системы разработки с предварительным креплением неустойчивых вмещающих пород тросовыми штангами позволило снизить потери руды до 25% (против планируемых 50%).

По рекомендации ИГД МЧМ СССР нагор. -120 м (рудное тело 3) в скреперных штреках камер 7/3 и 9/2 была испытана тросовая штанга на руднике Соколовский (ССГОК) /46/. В конструкции крепи предусматривается упрочнение козырьковой части дучки со стороны выпускной ниши на высоту 1,5-2,0 м. Использование тросовых штанг позволило обеспечить устойчивое дучек в процессе полного выпуска руды.

Применяют предварительное крепление кровли очистного пространства, в котором работает люди, стальными длиной 18-20 м на руднике Маунт-Айза (Австралия) (рис. 1.4). Их устанавливают в скважины диаметром 50 мм и цементируют портландцементом, содержащем расширяющие добавки. Несущая способность металлического троса-штанги около 50 т. После взрыва очередного слоя висячие концы тросов обрезают.

На руднике Нью-Броукен-Хилл (Австралия) тросовые штанги позволили отказаться от применявшейся ранее установкой крепи. Диаметр использованного троса 12,7 мм, длиной 15-20 м, диаметр скважины 64 мм. Тросам сообщают предварительное натяжение, а затем закрепляют цементным раствором.

Тросовые штанги применяются для предварительного крепления пород при системах с магазинированием руды в залежах большой мощности на фирме «Хомустейк Майнинг Ко» (США). При этом бурят скважины глубиной 18 м в кровле очистного забоя. Высокопрочные тросы вводят в скважину вместе с пластической трубкой. Затем нагнетают цементный раствор в скважину до полного заполнения. После крепления отбойка производится снизу вверх. Обнаженную часть тросов обрезают станком.

Схема предварительного упрочнения тросовыми штангами висячего бока залежи на Березовском руднике представлена на рисунке 3.4

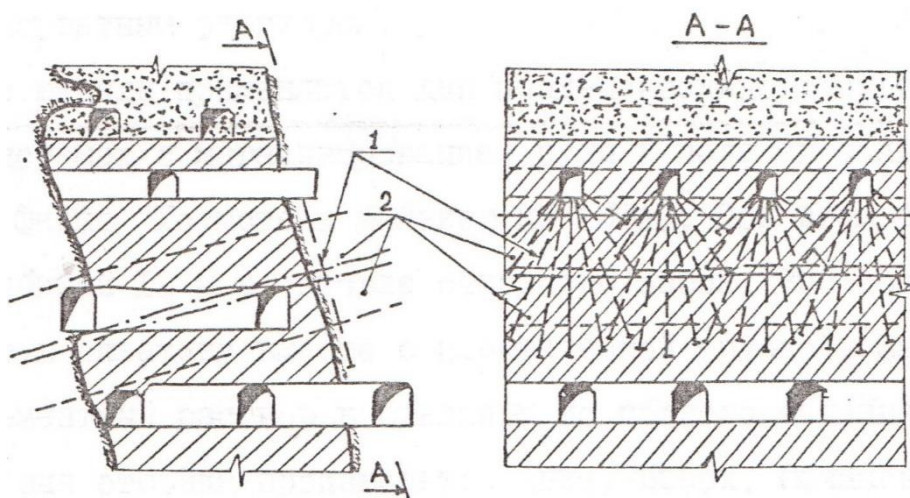


Рисунок 3.4 – Рудник Березовский

Часть тросов, оставшихся в рудном массиве, поддерживает кровля очистной выемки.

Известен вариант опережающего упрочнения малоустойчивых руд, реализованный при системе разработки горизонтальными слоями с закладкой на руднике Хоумстейк (США). Особенностью этого варианта является то, что упрочнение массива ведут непосредственно из выработанного пространства камеры шириной 8-10 м, а штанг устанавливают по сетке 2,4 x 2,4 м и 1,8 x 1,8 м. Требование соблюдения сетки упрочнения массива predetermined необходимостью бурения параллельных скважин, а не веерных. Обуривание рудного массива производят после подсечки запасов камеры на всю ее ширину. Скважины имеют диаметр 57 и 62 мм и длину 12-18 м. В них затем помещают и закрепляют цементным раствором одну, либо две пряди стального троса. После технологического перерыва, необходимого для набора прочности цементным раствором одну, либо две пряди стального троса. После технологического перерыва, необходимого для набора прочности цементного камня до необходимой величины, начинают взрывную отбойку руды. В зависимости от устойчивости руды и сетки анкерования используют два типоразмера тросовых штанг: в скважины диаметром 57 мм устанавливают штанги диаметром 28,6 мм (I размер); в скважины диаметром 62 мм устанавливают штанги, несущий элемент которых выполнен из двух прядей троса, диаметром 15,9 мм (II тип размера).

При этом, технологический зазор между тросовыми штангами и стенками скважины в 6-13 мм является достаточным для заполнения им скважины цементным раствором. Применяют цементный раствор с

водоцементным отношением 1: 2 с добавками, снижающими усадку раствора при затвердевании.

Тросовые штанги на Рудниках «Оутокумпу» Финляндия находят широкое применение. На пяти рудниках («Котолахти», «Пюсахалми», «Виханти», «Ваммала», «Хаммалслаhti») в первом полугодии 1982 г. было установлено 33 тыс. м тросовых штаг, тогда как на весь 1980 г. было установлено только 17,2 тыс.м.

В настоящее время на рудниках «Оутокумпу» внедряется отбойка руды глубокими скважинами диаметром 50 и 150 мм. Скважины применяются при камерной системе с отбойкой из подэтажных штреков. На руднике «Пюхасалми» для снижения разубоживания руды вмещающие породы всячего и лежащего боков крепят тросовыми штангами /79/ (рис. 1.5).

Рудник разрабатывает крутопадающую залежь камерной системой с отбойкой руды глубокими параллельными скважинами диаметром 80 мм.

Тросовые анкеры могут быть радикальным решением при креплении выработок в сложных горно-геологических условиях, например, в условиях окисленных горных пород и динамического проявления горного давления, а также при проходке передовых выработок. Они обладают высокой несущей способностью и определенной податливостью. Преимущества таких анкеров заключаются в том, что они могут устанавливаться в скважины до 7-10 м и выдерживать нагрузку до 60 т. Основная область применения анкеров глубокого заложения – это крепление сопряжений, большепролетных выработок и выработок с большим сроком службы. Это позволяет существенно снизить затраты на их проведение и повысить безопасность ведения горных работ. Исследования, показали, что при использовании механизированного оборудования производительность возведения тросовых анкеров увеличивается до 250-500 м/смену по сравнению с 20-30 м/смену при их ручной установке. Качество крепления улучшается при использовании цементных растворов с низким водо-цементным отношением (до 0.3) даже в скважине глубиной до 30 м при высоком давлении подачи смеси. Для возведения тросовых анкеров обычно применяются две схемы их установки. По первой технологической схеме сначала в скважине устанавливается анкер, затем туда подается цементирующий раствор; по второй схеме скважина предварительно заполняется раствором снизу вверх и затем в ней устанавливается анкер. Разрабатываются также и средства механизации для установки тросовых анкеров. На железорудном предприятии Kiruna компании LKAB (Швеция) разработана самоходная установка для крепления горных выработок тросовыми анкерами, рисунок 2.5. В среднем глубина скважины под установку анкеров составляет 7 м при диаметре 64 мм. Усилие подачи троса в скважину 300 кг. Существует возможность повышения этого

показателя до 1000 кг. На установке смонтированы зажимной патрон для удержания троса в скважине при цементации, устройство для нарезки необходимой троса, нагнетательная насадка для подачи раствора и бак с цементом емкостью 1000 л. На рисунке 3.5 – представлено подземная буровая установка(анкер-установщик).

Для тросового крепления применяют бывшие в употреблении тросы подъемных машин, скреперных лебедок и другого оборудования. Площадь закрепляемых пород на одну штангу колеблется от 25 до 50 м². Тросами крепятся зоны с максимально растягивающими и касательными напряжениями. Штанги устанавливаются перпендикулярно векторам наибольших напряжений.

Основные преимущества конструкции каретки заключаются в том, что оператор может осуществлять все операции: бурение, наращивание штанг, установку и перерезку троса, а также нагнетание цементного раствора, находясь этом все время под защитным козырьком.



Рисунок 3.5 Подземная буровая установка

3.3 Обоснование применение комбинированного крепление с упрочнением приконтурного массива

После расчет НДС массива на горизонте – 480 метр в осях 20-28 мы видим, что большинство откаточных ортов будут повторно восстанавливаться

из высоких напряжений в массиве. После запуска очистных работ начинается проявление опорного давления, или так скажем напряжения возникающий в массиве начнет перераспределяться

Согласно отчета, содержащий данные об измерении напряжений вокруг шахтных стволов на шахте «ДНК». Напряжение в массиве описанное в отчете Российской Академии Наук (УДК 622,833 (2008 год), указывает на присутствие поля близкого гидростатическому давлению со следующими характеристиками:

Напряжение в массиве на горизонте -480 м (горизонт где будет рассматриваться предлагаемая система разработки):

$$\sigma_z = 0,026 \text{ МН/м}^2 \times 880 \text{ м} = 23 \text{ МПа} \quad (3.6)$$

Напряжение в массиве на горизонте -560 м:

$$\sigma_z = 0,026 \text{ МН/м}^2 \times 960 \text{ м} = 25 \text{ МПа} \quad (3.7)$$

Всемирная карта напряжений содержит лишь одно измеренное значение для данного региона, что говорит о том, что основные направления напряжений близки к меридиональному, широтному и вертикальному. Направления по мировой карте напряжений следует применять с осторожностью, так как многие из них основаны на инверсиях тензора сейсмических моментов. Общеизвестно, что такие направления ориентации не характеризуют надлежащим образом поля напряжений, измеренные во многих горнорудных районах по всему миру. [6].

Наблюдения за повреждениями в подходных штреках и штреках рельсовой откатки на горизонте -160 м показали неоднозначность причин их возникновения и, скорее всего, связаны с горнопроходческими работами, а не условиями напряженного состояния самого массива. В ближайших к добычным участкам выработках наблюдается значительная осадка кровли и стенок по всем направлениям, что свидетельствует о практически полном извлечении горной массы. Можно провести обратный анализ максимального направления напряжения от деформации штреков, где момент начала повреждений четко регистрируется и отслеживается. Однако некоторые повреждения, отмеченные в штреках и приведшие к возникновению эллипсоподобных профилей, были частично связаны с блокировкой податливых компонентов сводов арочной крепи и могут не совсем точно отражать направления максимального напряжения. Для подтверждения направлений напряжения в горном массиве требуется ведение подробного и качественного отслеживания, включая картирование повреждений и моделирование чувствительности методом обратного анализа. На рисунке 2.9 пример влияния сжимающих сил и деформации профиля штрека под воздействием высокого давления, вызванного ведением горных работ в районе горизонта -160 м, который в последствие привело к перекрепке, рисунок 3.6

На рисунке 3.1 представлено ремонтно-восстановительные работы



Рисунок 3.6 – Деформации откаточного орта под влиянием очистных работ (гор +0)

За период отработки вышележащих горизонтов выявлено, что после добычи ≈ 40 тыс.т руды системой разработки самообрушения с донным выпуском руды нарезные и откаточные выработки приходят в негодность, и требуют восстановления (перекрепки). А если учитывать, что запасы одного добычного участка составляют в среднем 60-80 тыс.т., то необходимо выбрать ту систему разработки, при которой выработка будет стоять до окончания добычи. Средняя скорость перекрепки горных выработок на Донском ГОКе составляет 20-30м/мес. Соответственно падает производительность рудника по добыче из-за выхода из строя добычной выработки и нарушения порядка отработки, если своевременно не заняться подготовкой заменяющего блока. Для более укрупненного анализа изучим крепления применяемое в шахте и Факторы, влияющие на крепление выработок. [7].

На рисунке 3.7 представлено диаграмма Лобшера.

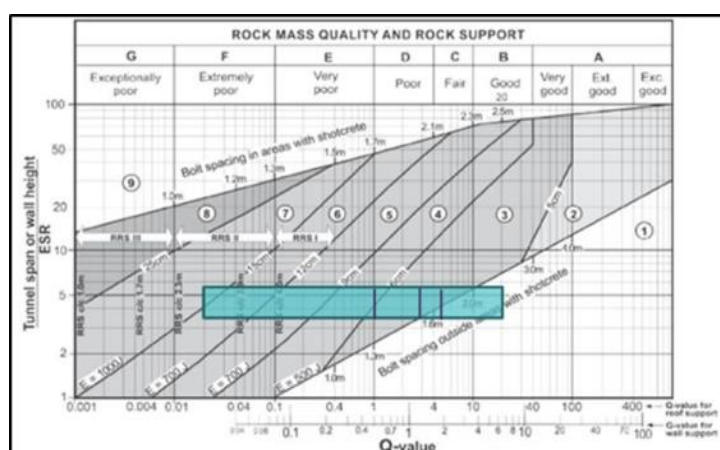


Рисунок 3.7 – Эмпирическая оценка требований к креплению серпентинитовых вмещающих пород полученные согласно распределение значений Q для хромитовой руды

Текущие системы крепления основаны на установке специально сконструированных податливых стальных арочных крепей “ТН”. Арочная крепь устанавливается через интервал 0,5 м, требуя установки двух секций на каждый метр подвигания забоя. Между секциями устанавливаются сегменты жесткой сетки с высокой несущей способностью (или деревянная опалубка), за которыми скапливается осыпаясь порода. При таком креплении первоначально контакт с окружающей породой ограничен и должно произойти значительное оседание породы до того, как на массив породы начнет воздействовать реактивная сила. Секции рассчитаны на постоянное восприятие внешнего воздействия, а не на его постепенное снижение. Это приводит к увеличению зоны несвязанных пород вокруг выработки, что в свою очередь способствует дальнейшей деформации. После образования такой зоны несвязанных пород очень трудно стабилизировать и остановить дальнейшее развитие деформации [11].

На основании значений Q-системы, полученных из распределения была выполнена эмпирическая оценка требований к креплению стандартных штреков. Для этого была взята ширина штрека (от 4 м до 5 м). Был принят коэффициент крепления горной выработки (ESR) равный 1,6 и типичный для горно-капитальных выработок. Результаты представлены на 3.7 рисунке выше.

На приведённом выше графике предлагается два способа организации шахтной крепи для средне и слабоустойчивых пород:

Среднеустойчивые породы. Горноподготовительные работы:

Крепление по установленной сетке (квадратная, с длиной стороны 1,5 м) железобетонными анкерными болтами длиной 2,4 м с пределом осевой деформации приблизительно 100 мм, нанесение фибробетона толщиной 50-60 мм

Слабоустойчивые породы. Горноподготовительные работы:

Крепление по установленной сетке (квадратная, с длиной стороны 1,2 м) железобетонными анкерными болтами длиной 2,4 м с пределом осевой деформации приблизительно 150 мм, нанесение фибробетона толщиной 90-120 мм, установка стальной арочной крепи (RRS) с шагом 1,5 м -1,7 м.

Для горноподготовительных работ, выполняемых в зоне обрушения, для которых характерны значительные перепады напряжения и деформации, потребуется более надежное крепление подземных горных выработок. Следует рассмотреть возможность применения некоторых (или всех) представленных ниже вариантов крепления:

Раздельные или динамические тросовые анкера длиной до 9 м для динамических нагрузок:

- Сетка высоким пределом устойчивости к деформации
- Торкретирование с установкой крепёжной сетки
- Накладки «OSRO» с целью повышения упрочняющей способности крепи в местах наложения крепёжных сеток

-Металлическая податливая арочная крепь.

В настоящее время на шахте предельная высота выпуска составляет приблизительно до 80 м, чтобы ограничить нагрузку зоны обрушения на участках, обрабатываемых GSC. Цель – сократить ремонтные циклы выработок до приемлемого уровня, несмотря на более низкую производительность по сравнению с другими системами разработки, путем обеспечения соответствия между нагрузкой со стороны обрушенной породы и несущей способностью выработок под зоной обрушения

Имеет место опережающее повреждение выработок блока перед зоной обрушения.

Учитывая предшествующие менее значительные глубины разработки и текущие горно-геологические условия на ШДНК, результаты анализа свидетельствуют о том, что ограничение высоты зоны обрушения до <80 м эффективно, поскольку остаточная несущая способность выработок под зоной обрушения, с учетом повреждения массива, достаточна чтобы противостоять тщательно контролируемым нагрузкам со стороны обрушенной породы

Достижение «равновесия» или «баланса» между разрушением массива горных пород непосредственно перед развитием площади обрушения и нагрузкой со стороны обрушенной породы все еще требует 2-3 перекрепки даже с использованием современных типов крепи. Таким образом, запланированный уровень извлечения на текущих рабочих горизонтах достигается при больших затратах.

Изложенные выше выводы наглядно показаны на рисунке 3.8 ниже, на котором изображены целики, большая часть которых испытывает значительные нагрузки (повреждения, зеленый и желтый цвета). Таким образом, применение системы комбинированного крепление с упрочнением приконтурного массива, как опытно-промышленная работа в шахте целесообразно.

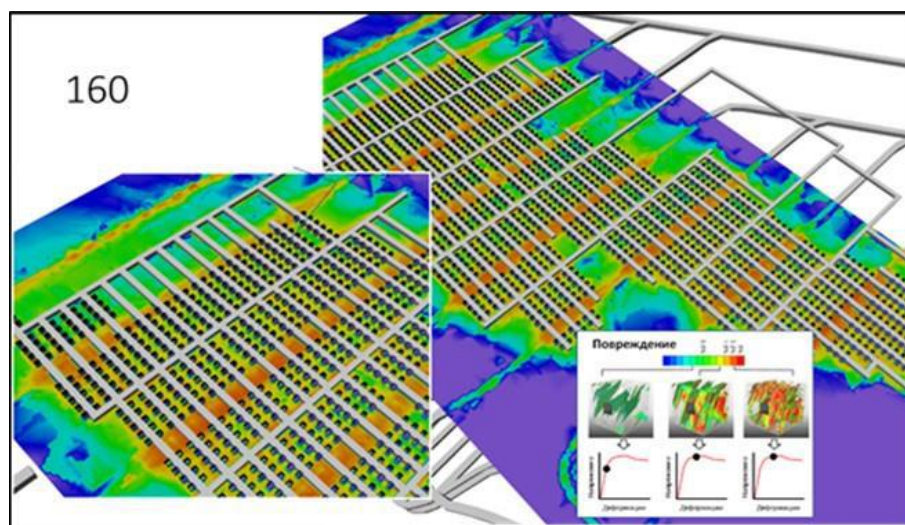


Рисунок 3.8 – Разрушение массива горны пород на горизонте -160 м при выбранной крепление

Исходя из вышеперечисленных проблем предложена новый вариант системы комбинированного крепление с упрочнением приконтурного массива в условиях месторождения «Алмаз-Жемчужина»

Применение данной системы разработки предусматривается на Донском ГОКе впервые и требуется опытно-промышленная отработка экспериментально- исследовательского блока с целью определения дальнейшего ее применения в данных условиях отработки месторождений.

Создание искусственного целика по периметру выработки с комбинированным креплением предусматривается с целью уменьшение давление и сохранения на период отработки всех запасов блока подготовительных и нарезных выработок, пройденных в бетонном массиве.

3.3 Ожидаемая экономическая эффективность предлагаемой технологии крепление

Для определения технико-экономических показателей по предлагаемой системе разработки в качестве экспериментального блока выбран блок, запасы которого расположены в этаже минус 480 м- минус 560 м в разрезе линии ортов 27-28.

Исходя из технологических условий (создание искусственного днища) и горно-технических условий (расположение запасов блока на разных уровнях) крепление откаточных ортов а предусматривается в два очереди.

В начале после введение БВР наносятся первый слой торкрета с толщиной 20м и закрепляется с спец профилем ТН-27.

Следующий очереди наносятся второй слой торкрета толщиной 20 см и закрепляется с тросовыми анкерами на глубину 15 м.

По окончании крепление откаточных ортов, расположенных на высоте 5м над уровнем кровли откаточных выработок, производится оформление конструкции днища запасов, расположенных выше уровня откаточных выработок (высокая подсечка панелей).

С откаточных ортов проходятся ВХВ №№ 1, 2, 3, 4, 5, 6. ВХВ № 1, № 2 сбиваются вентиляционным штреком, ВХВ №3, №4, № 6 сбиваются между собой аккумулирующими штреками № 1, № 2.

В кровле аккумулирующих штреков проходятся через 12 м скреперные орты. Из ортов скреперования проходятся ниши под дучки на длину 2,5 м, из которых проходятся дучки на высоту 12 м, по кровле дучек проходятся буровые орты для оформления подсечки запасов путем взрывания вееров скважин высотой 10 м. Выпускные дучки и воронки оформляются перед обрушением руды.

Отработка запасов с высокой подсечкой производится в первую очередь после отработки запасов днища с низкой подсечкой и закладкой выработанного пространства твердеющей смесью.

После набора прочности бетоном не менее 4 МПа в искусственном (бетонном) днище блока производится проходка подготовительных и нарезных выработок по бетону.

Буровые штреки проходятся по руде, из которых бурятся веера взрывных скважин.

Очистные работы.

Бурение вееров взрывных скважин осуществляется буровым станком НКР-100 м, веера бурятся через 2-3 м, сетка скважин 2-3 м, ЛНС-3 м.

Отбойку руды ведут панелями шириной 24 м, длиной 60 м. По мере отбойки рудного массива под него оформляют выпускные воронки буровзрывным способом.

После подсечки рудного массива панели происходит самообрушение руды, которое регулируется выпуском руды из дучек. Выпускаемая руда с помощью скреперных лебедок 55ЛС по скреперным ортам доставляется на аккумулялирующие штреки с последующим перепуском руды по рудоспускам.

При низкой подсечке самообрушенная руда доставляется с помощью лебедок по скреперным штрекам до перегрузочных полков для загрузки в электровозный транспорт.

Заряжание вееров взрывных скважин осуществляется установкой для заряжения скважин Ульба-400 или Ульба-150.

В таблице 3.1 приведены технико-экономические показатели по предлагаемой системе.

Таблица 3.1 – Техничко-экономические показатели по предлагаемой системе

Наименование показателей		Единицы измерения	Система комбинированного крепление
Исходные данные для расчета:			
	мощность рудного тела	м	188
	угол падения	град.	50
	плотность руды	т/м ³	3,86
	плотность породы	т/м ³	2,75
	коэффициент крепости руды		4
	коэффициент разрыхления		1,6
	кондиционный кусок	мм	400
Удельный вес системы разработки		%	8
Годовая добыча, всего		тыс.т	480
вт.ч.	из очистных работ	"-	468,9
	нарезных работ	"-	9,8
	подготовительных работ	"-	1,3
Годовой объем подготовительных работ, всего		м ³	3600

Продолжение таблицы 3.1

Наименование показателей		Единицы измерения	Система комбинированного крепление
по руде		-"	336
по породе		-"	3264
в т.ч.	по руде	-"	2544
	по породе	-"	1680
	вертикальных	-"	2880
	горизонтальных	-"	1344
Удельный объем подготовительных работ на 1000 т. товарной руды, всего		м ³	7,5
в т.ч	по руде	-"	0,7
	по породе	-"	6,8
	вертикальных	-"	0,7
	горизонтальных	-"	6,8
в т.ч.	по руде	-"	5,3
	по породе	-"	3,5
	вертикальных	-"	6,0
	горизонтальных	-"	2,8
Потери		%	15,0
Разубоживание		%	17,0
Производительность труда на проходческих работах:			
вертикальных		м ³ /ч.см.	1,9
горизонтальных		-"	2,10
Производительность труда забойного рабочего:			
на очистных		м ³ /ч.см.	17,7
по системе (по горной массе)		-"	12,0
Явочная численность:			
на очистных		чел.	22,5
на проходческих	(вертикальных)	-"	5,5
	(горизонтальных)	-"	7,2
По системе		-"	35,2
Явочная численность:			
на очистных		чел.	22,5
на проходческих		чел	35,2

Продолжение таблицы 3.1

Наименование показателей		Единицы измерения	Система комбинированного крепление
Удельный объем нарезных работ на 1000 т. товарной руды, всего		м ³	8,8
в т.ч.	по руде	-"	5,3
	Наименование показателей	Единицы измерения	Система комбинированного крепление
	по породе	-"	3,5
	вертикальных	-"	6,0
	горизонтальных	-"	2,8
Потери		%	15,0
Разубоживание		%	17,0
Производительность труда на проходческих работах:			
вертикальных		м ³ /ч.см.	1,9
горизонтальных		-"	2,10
Производительность труда забойного рабочего:			
на очистных		м ³ /ч.см.	17,7
по системе (по горной массе)		-"	12,0
Явочная численность:			
на очистных		чел.	22,5
на проходческих	(вертикальных)	-"	5,5
	(горизонтальных)	-"	7,2
По системе		-"	35,2

Далее согласно приведенным ТЭП рассчитываем себестоимость руды. Но для начала рассмотрим себестоимость руды при классической системе разработки приведена на рисунке 3.2

Таблица 3.2 - Калькуляция себестоимости добычи руды по ш. "10 летия НК" Донского ГОКа

		Б/план 2020 г. Раунд 2			
		на единицу		сумма	
		кол-во	цена	сумма	на весь
			тенге	тенге	т.тг
Добыча, т.тн.		2763,0			

Продолжение таблицы 3.2

	кол-во	цена	сумма	На весь объем
в т.ч. Подкарьерные, т.тн	700,0			
РПК т.тн	0,0			
местрождение 21 (к-р Мирный)	700,0			
Поставки, т.тн.	2833,4			
погашенные запасы на НДС т тн	2068,2			
в т.ч. рядовая, т.тн				
Проходка, м	13329,0	4,82	4,82	13329,0
ГПР	5850,0	2,12		21964,0
ГНР	7479,0	2,71		
ГКР	0,0	0,00		
Перекрепка, м	1119,0	0,40		
Подкрепка, м	7516,0	2,72		
Прямые расходы			8 178,68	22 597 697
Материалы			2 509,14	6 932 765
в т.ч.нормируемые материалы			2 316,27	6 399 848
металлокрепь,тн	4,64	418 897	1944,32	5 372 159
лес крепежный, м ³	0,002	57 814	112,12	309 800
ВВ, всего, тн	0,167	478 506	79,77	220 410
ВВ на добычу,тн	0,131	426 132	55,82	154 240
в т.ч. гранулит Э	0,071	218 911	15,54	42 944
аммонит	0,060	671 344	40,28	111 295
ВВ на проходку (аммонит),тн	0,036	670 632	23,95	66 170
детонирующий шнур, т т	0,279	129 331	36,11	99 763
канаты,тн	0,047	611 148	28,70	79 291
Электроэнергия, т.квт.час	12,491	15441	192,88	532 918
НДС			4 203,72	11 614 886
Оплата труда произ.рабочих			1 357,10	3 749 668
Отчисления от оплаты труда			108,71	300 378
Накладные расходы			5 121,95	14 151 937
в т.ч.Текущий ремонт			416,67	1 151 250
Амортизация			483,66	1 336 345
Транспорт			668,53	1 847 154
Прочие расходы			3 553,09	9 817 187
Итого цеховая себестоимость			13 300	36 749 634
Производственная себестоимость			13 300	36 749 634

Себестоимость руды составляет 13300 тг за одну тонну руды. Из таблицы 3.3 можно увидеть, что большую долю на уменьшение себестоимости оказывает существенное влияние перекрепка.

Таблица 3.3 - Калькуляция себестоимости добычи руды по ш. "10 летия НК" Донского ГОКа по предлагаемой системе

		Б/план 2020 г. Раунд 2			
		на единицу			сумма
		кол-во	цена	сумма	на весь
					объем
			тенге	тенге	т.тг
Добыча, т.тн.		1200,0			
в т.ч. Подкарьерные, т.тн		0,0			
РПК т.тн		0,0			
месторождение 21 (к-р Мирный)		0,0			
Поставки, т.тн.		1200,0			
погашенные запасы на НДСИ т тн		1120,0			
в т.ч. рядовая, т.тн					
Проходка, м		1380,0	1,15	1,15	1380,0
ГПР		240,0	0,20		2100,0
ГНР		1140,0	0,95		
ГКР		0,0	0,00		
Перекрепка, м		0,0	0,00		
Подкрепка, м		720,0	0,60		
Прямые расходы				3 201,34	3 841 609
Материалы				982,14	1 178 570
в т.ч.нормируемые материалы				906,65	1 087 974
металлокрепь,тн		10,69	71 212	761,06	913 267
лес крепежный, м ³		0,004	9 828	43,89	52 666
ВВ, всего, тн		0,384	81 346	31,22	37 470
ВВ на добычу,тн		0,302	72 442	21,85	26 221
в т.ч. гранулит Э		0,163	37 215	6,08	7 301
аммонит		0,138	114 129	15,77	18 920
ВВ на проходку (аммонит),тн		0,082	114 007	9,37	11 249
электродетонаторы на добычу, т шт		0,055	368 470	20,36	24 434
электродетонаторы на проходку, т шт		0,277	89 466	24,75	29 698

Продолжение таблицы 3.3

	кол-во	цена	сумма	На весь объем
детонирующий шнур, т т	0,643	21 986	14,13	16 960
канаты,тн	0,108	103 895	11,23	13 479
Электроэнергия, т.квт.час	28,761	2 625	75,50	90 596
НДПИ			1 645,44	1 974 531
Оплата труда произ.рабочих			531,20	637 444
Отчисления от оплаты труда			42,55	51 064
Накладные расходы			8 795,08	10 554 094
в т.ч.Текущий ремонт			163,09	195 713
Амортизация			189,32	227 179
Транспорт			261,68	314 016
Прочие расходы			8 180,99	9 817 187
Итого цеховая себестоимость			11 996	14 395 703
Производственная себестоимость			11 996	14 395 703

Себестоимость руды составляет 11996 тг за одну тонну руды. Разница по себестоимости составляет 1304тг.

Принятые к проектированию показатели потерь и разубоживания руды для систем с обрушением руды и вмещающих пород определены в соответствии с «Методическими указаниями по определению и нормированию потерь и разубоживания руды на карьерах и шахтах Донского ГОКа», Казгипроцветмет 2002 год.

Нормативные показатели потерь и разубоживания определены с учетом факта отработки запасов блоков, которые приведены в номограмме (приложение Г). Номограмма изменения параметров потерь (П),разубоживания (Р) и содержания Cr_2O_3 в рудной массе (РМ) по Донскому ГОКу при системе этажным самообрушением разработаны проектным институтом «Казгипроцветмет» совместно с Донским ГОКом[9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной диссертации рассмотрена одна из основных проблем Донского ГОКа, крепление горно-подготовительных и горно-капитальных выработок при применении системы разработки с самообрушением.

Применение систем этажного и подэтажного самообрушения со скреперной доставкой руды для загрузки в электровозный транспорт через погрузочные полки дает возможность повысить эффективность, производительность труда и снизить себестоимость добываемой руды.

Опыт отработки с применением вышеуказанных систем разработки показывает, что в лучших условиях находятся горные выработки, которые расположены вне зон тектонических нарушений, контактах руда-порода. А горные выработки, которые находятся непосредственно в участках, где ведутся очистные работы подвергаются к потере сечения из-за высокого опорного давления. Т.е. каждый раз, с добычей руды, объемом 30-40 тыс.т. необходимо восстанавливать все нарезные выработки, по которым выполнялась добыча, и близлежащие подготовительные выработки (откаточная и вентиляционная выработки).

Как известно, что увеличение глубины разработки характеризуется в основном увеличением величины гравитационного давления, что приведет к частому восстановлению нарезных выработок (\approx через каждые 30-40 тыс.т). В связи с этим предложен вариант комбинированного крепления с упрочнением приконтурного массива.

Создание комбинированного крепи с упрочнением массива в данной системе разработки предусматривается с целью уменьшения давления и сохранения на период отработки всех запасов блока подготовительных и нарезных выработок, пройденных в бетонном массиве.

Согласно произведенным расчетам при применении искусственного днища можно увидеть, что можно уменьшить себестоимость 1 тонны добытой руды на 1304

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Журков С.Н. Кинетическая концепция прочности твердых тел// Вестн.АН СССР. – 1968.-Т.3
- 2 Цай Б.Н. Физические аспекты механизма разрушения горных пород // ФТПРПИ. – 2004. - №1
Маделунг О. Теория Твердого Тела. – Новосибирск: Наука,1989.
- 3 Сборник инструктивных материалов по охране и рациональному использованию полезных ископаемых. - М.: Недра, 1973.;
- 4 Инструкция по безопасному применению самоходного (нерельсового) оборудования в подземных рудниках. - М.: Недра, 1973.;
- 5 Требования промышленной безопасности при ведении работ подземным способом. Утверждены приказом МЧС РК от 25.07.2008 года № 132 (с изменениями и дополнениями по состоянию на 29.11.2011 года).;
- 6 Правила технической эксплуатации рудников, приисков и шахт, разрабатывающих месторождения цветных, редких и драгоценных металлов. - М., 1980
- 7 Разработка рациональных типов крепи для горизонтальных горных выработок с учетом проявлений горного давления в условиях шахты «Молодежная» Донского ГОКа/ Санк-Петербург-1992.
- 8 Сашурин А.Д. Геомеханика в горном деле: фундаментальные и прикладные исследования// Горная журнал. -2012. -№1. –С. 29-32
- 9 Геомеханические исследования состояния массива горных пород в этаже -480 м, -560 м шахты «Десятилетие независимости Казахстана» с целью разработки мероприятий по внедрению оптимальных видов крепи горных выработок и метода управления горным давлением при ведении очистных работ: Отчет о НИР/ ИГД УрО РАН. – рук Сашурин А.Д, Боликов В.Е. – Екатеринбург. -2008. -124с.
- 10 Разработка и внедрение технологии крепления горизонтальных выработок в сложных горно-геологических условиях/ Отчет НИР. Новосибирск-Алма-Ата 1992г.
- 11 Исследование и прогноз развития геомеханической ситуации в массиве горных пород в границах влияния очистных работ: Отчет О НИР ИГД УрО РАН. Екатеринбург- 2021
- 12 Разработка рациональных типов крепи для горизонтальных горных выработок с учетом проявлений горного давления в условиях шахты «Молодежная» Донского ГОКа/ Санк-Петербург-1992.
- 13 Шукирбаев К.О, Сахиповка К. Разработка и внедрение инновационных технологий крепления горных выработок попадающих в зону влияние очистных выработок на шахтах ДГОК

**"ГЕОАҚПАРАТТЫҚ ЦИФРЛЫҚ ИНЖЕНЕРИЯДАҒЫ
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР"**

**ҚР ҰҒА корр-мүшесі А.Ж. Машановтың 115 жылдығы және
ҚР ҰҒА академигі Ж.С. Ержановтың 100 жылдығына арналған
халықаралық ғылыми-практикалық конференция еңбектері**

18 наурыз 2022 ж.

**«ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЦИФРОВОЙ ИНЖЕНЕРИИ»**

**Труды Международной научно-практической конференции,
посвященной к 115-летию член-корр. АН КазССР А.Ж.Машанова
и 100-летию Академика АН КазССР Ж.С.Ержанова**

18 марта 2022 г.

**"INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN GEOSPATIAL DIGITAL
ENGINEERING"**

**Proceedings of the International scientific-practical conference
dedicated to the 115th anniversary of the Corresponding Member of
the Academy of Sciences of the Kazakh SSR A.Zh.Mashanov and the
100th anniversary of the Academician of the Academy of Sciences of
the Kazakh SSR Zh.S. Erzhanova**

18 March, 2022.

СОДЕРЖАНИЕ

Пленарные

<i>Рыспанов Н.Н.</i> Приветственное слово президента Национальной академии Горных наук (Казахстан).....	3
<i>Саййидкосимов С.С.</i> Приветственное слово президента Союза маркшейдеров Узбекистана, профессора ТГТУ имени И.Каримова (Узбекистан).....	4
<i>Трубецкой К.Н.</i> Приветственное слово академика ИПКОП РАН (Россия).....	6
<i>Нұрпейісова М.Б.</i> АБЫЗ АДАМ, АҢЫЗ АДАМ, НАҒЫЗ АДАМ (Қазақстан).....	7
<i>E.Levin.</i> GEOSPATIAL DATA SCIENCE TO SUPPORT SMART-MINING (США).....	14
Секция «Интегрированное освоение месторождений полезных ископаемых, рациональное недропользование и охрана недр, подготовка кадров для инновационного развития горно-металлургического комплекса»	
<i>Адамчук А.А., Шустов А.А.</i> К вопросу об эффективности применения перегрузочных устройств новой конструкции на глубоких карьера.....	16
<i>Айтказинова Ш.К., Доненбаева Н.С., Дербисов К.Н., Такиева К.</i> Методика оптимизации геодезических наблюдений.....	22
<i>Айтказинова Ш.К., Сдвижкова Е.А., Имансакитова Н.Б., Бек А.А.</i> Влияния ультразвуковой активации хвостов обогащения на прочностные и реологические свойства твердеющих смесей.....	29
<i>Амираллинова К.Б.</i> Совершенствование методов определения рационального уровня показателей извлечения руд при разработке месторождения с торцевым выпуском руды.....	35
<i>Әдбікәрімова Г.Б., Шамганова Л.С., Алтаева А.А.</i> Комплексный мониторинг деформаций земной поверхности рудных месторождений.....	40
<i>Әсілхан Н.Д.</i> Түркістан қаласының қазіргі құрылыстағы абаттандыру мәселесі.....	47
<i>Байгурин Ж.Д., Рысбеков К.Б.</i> Гармония недр.....	52
<i>Бектас А.Д., Әбен А.С.</i> Сызықтық объектілерді геодезиялық қамтамасыз ету.....	56
<i>Бейсембаев К.М., Малыбаев Н.С., Жолдыбаева Г.С., Хамитова Г.Ж.</i> Методика расчета взаимодействия объектов и ее использование в новых технологиях выемки с применением поворотных конвейеров	62
<i>Джангулова Г.К., Касымканова Х.М., Жалгасбеков Е.Ж.</i> Учет фактора времени при определении устойчивости карьерных откосов	67

**РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ КРЕПЛЕНИЯ
ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОЧИСТНЫХ
РАБОТ (НА ПРИМЕРЕ ШАХТЫ ДОНСКОГО ГОРНО-
ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА)**

Аннотация: Породный комплекс горного массива шахтного поля характеризуется высокой структурной и механической неоднородностью, что выражено в его значительной тектонической нарушенности. Категория нарушенности массива является доминирующим фактором в процессе

245

формирования и развития неупругих деформаций в массиве. В данной статье приведен анализ останковки добычных работ из за преждевременного разрушения горных выработок, динамики конвергенции крепи откаточных ортов. Была предложена технология поддержания горных выработок с применением активной комбинированной крепи в зоне влияние очистных работ.

Ключевые слова: активное крепление, горная выработка, очистная выемка, конвергенция крепи, распределение напряжений.

Интенсивная эксплуатация месторождения на шахте «10-летия независимости Казахстан» в последние годы привела к интенсивному разрушению выработок откатки. Объёмы извлечения руды в подобных условиях постоянно снижаются из-за простоя ортов в ремонте. Система этажного самообрушения, применяемая на шахтах Донского ГОКа обусловлена регулярным проявлением горного давления. Ранее выполненными исследованиями установлено, что на первоначальной стадии проведения подземных горных работ массив неминуемо подвержен 2-м последовательным стадиям деформирования: упругоэластического, а затем и неупругого деформирования. Указанные процессы деформирования первоначально наиболее интенсивно формируются вблизи контакта руда-порода, а также на участках как рудного, так и породного массива, нарушенного естественными геотектоническими нарушениями [2].

В настоящее время вокруг очистных выработок выполняют прогнозную оценку распределения напряжений, выявляя зону с повышенным воздействием опорных нагрузок и определяя размер этой зоны. Подготовительную выработку располагают в зоне повышенных концентраций напряжений. В интервале, соответствующем активной стадии деформирования, выработку закрепляют податливой арочной крепью.

С увеличением глубины отработки, устойчивость горных выработок снижается. Анализ состояния крепи откаточных выработок в уже отработанных блоках показал, что крепление откаточных выработок двухслойной металлической арочной крепью шагом через 0,3 м не обеспечивает их устойчивость на весь срок эксплуатации ввиду высоких смещений массива. На рисунке 1 показана конвергенция крепи откаточного орта шахты ДНК.

На шахте наблюдательные станции установлены практически во всех существующих подготовительных и горнокапитальных выработках шахтного поля, находящихся или в перспективе

246