

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела имени К.Турысова

УДК. 622.235.63(043)

На правах рукописи

Табылганов Арман Маратович

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

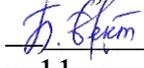
На соискание академической степени магистра

Название диссертации: Обоснование оптимальных параметров
контурного взрывания при
горнопроходческих работах в условиях
рудника «Акбакай»

Направление подготовки 7М7203 – «Горная инженерия»

Научный руководитель,
к.т.н., ассоц. профессор
 Сердалиев Е.Т.
« 14 » 06 2021г.

Рецензент,
к.т.н., заведующий лабораторией
«Комплексное освоение недр»
ИГД им. Д.Кунаева
 Бекбергенов Д.К.
« 14 » 06 2021г.

Нормоконтроль
м.т.н., лектор
 Б.К. Бектур
« 11 » 06 2021г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
«Горное дело»,
д.т.н., профессор
 Молдабаев С.К.
« 14 » 06 2021г.

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова

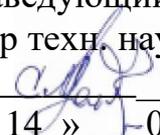
Кафедра Горное дело

Специальность 7М7203 – «Горная инженерия»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

д-р техн. наук, профессор

 С.К. Молдабаев

« 14 » 06 2021г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Табылганову Арману Маратовичу

Тема: Обоснование оптимальных параметров контурного взрывания при горнопроходческих работах в условиях рудника «Акбакай»

Утверждена приказом ректора университета №330-м от «11» ноября 2019г.

Срок сдачи законченной диссертации «25» мая 2021г.

Исходные данные к магистерской диссертации: Месторождение разрабатывается подземным способом; ценными компонентами в руде являются золото и серебро; годовая производительность рудника – 350 тыс. тонн руды. Рудные жилы сложены кварцем; среднее значение коэффициента крепости пород по шкале М.М. Протодьяконова $f=14-16$; средняя плотность пород $2,7 \text{ т/м}^3$, максимальный предел прочности пород на сжатие 110 МПа, угол внутреннего трения составляет $30-40^\circ$. Для бурения шпуров применяется буровая установка фирмы Epiroc – Boomer S2. Остальные недостающие исходные данные принимаются из проектов и специальных нормативно-справочных источников.

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

а) исследование особенности геологического строения Акбакайского рудного поля;

б) анализ и оценка методов взрывных работ при проходке горных выработок;

в) разработка модели расчета параметров нагружения среды в ближней зоне взрыва;

г) установление основных закономерностей влияния конструкции заряда на распределение динамических процессов в зарядной полости;

д) разработка методики расчета параметров буровзрывных работ с учетом влияния горного давления;

е) разработка конструкции заряда и технологии ведения взрывных работ, обеспечивающих сохранность законтурного массива и качество дробления.

Перечень графического материала:

а) генеральный план рудника; б) геологический разрез месторождения; в) планы горизонтов; г) отработка выемочного блока; д) паспорта БВР и конструкции заряда; е) графики зависимости влияния конструкции заряда на распределение динамических процессов в зарядной полости и т.д.

Рекомендуемая основная литература:

1 Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. –Ч. 1. Разрушение горных пород взрывом: Учебник для ВУЗов. –М.: Издательство «Горная книга», 2007. – 471 б.

2 Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. –Ч. 2. Взрывные работы в горном деле и промышленности: Учебник для ВУЗов. –М.: Издательство «Горная книга», 2008. – 512 б.

3 Ракишев Б.Р. Энергоемкость механического разрушения горных пород. –Алматы: Баспагер, 1998. –210 б.

4 Битимбаев М.Ж., Шапошник Ю.Н., Крупник Л.А. Взрывное дело: учебник / Ассоциация вузов РК. –Алматы: Print-S, 2012. –822 с.

5 Ерофеев И.Е. Повышение эффективности буровзрывных работ на рудниках. –М.: Недра, 1988. –271 б.

6 Тамбиев П.Г. Развитие взрывного дела в Республике Казахстан. – Алматы: «ART DO», 2017. –424 б.

7 Авдеев Ф.А., Барон В.Л., Гуров Н.В. и др. Нормативный справочник по буровзрывным работам. –М.: Недра, 1986. –511 б.

8 Барон Л.И., Хмельковский И.Е. Разрушаемость горных пород свободным ударом. –М.: Наука, 1971. –203 с.

9 Ракишев Б.Р., Машанов А.А., Абылдаев Э.К. Структура массива и деформируемость горных пород. –Алматы, 2011. –281 с.

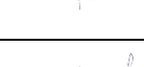
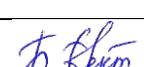
10 Никифоровский В.С., Шемякин Е.И. Динамическое разрушение твердых тел. –Новосибирск, 1979. –272 с.

ГРАФИК
подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Исследование особенности геологического строения Акбакайского рудного поля	15.04.2021г.	
Анализ и оценка методов взрывных работ при проходке горных выработок	22.04.2021г.	
Разработка модели расчета параметров нагружения среды в ближней зоне взрыва	06.05.2021г.	
Установление основных закономерностей влияния конструкции заряда на распределение динамических процессов в зарядной полости	14.05.2021г.	
Разработка методики расчета параметров буровзрывных работ с учетом влияния горного давления	19.05.2021г.	
Разработка конструкции заряда и технологии ведения взрывных работ, обеспечивающих сохранность законтурного массива и качество дробления	24.05.2021г.	

Подписи

Консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Исследование особенности геологического строения Акбакайского рудного поля	Е.Т. Сердалиев, к.т.н., ассоц. проф.		
Анализ и оценка методов взрывных работ при проходке горных выработок	Е.Т. Сердалиев, к.т.н., ассоц. проф.		
Разработка модели расчета параметров нагружения среды в ближней зоне взрыва	Е.Т. Сердалиев, к.т.н., ассоц. проф.		
Установление основных закономерностей влияния конструкции заряда на распределение динамических процессов в зарядной полости	Е.Т. Сердалиев, к.т.н., ассоц. проф.		
Разработка методики расчета параметров буровзрывных работ с учетом влияния горного давления	Е.Т. Сердалиев, к.т.н., ассоц. проф.		
Разработка конструкции заряда и технологии ведения взрывных работ, обеспечивающих сохранность законтурного массива и качество дробления	Е.Т. Сердалиев, к.т.н., ассоц. проф.		
Нормоконтролер	Бектур Б.К., м.т.н., лектор		

Научный руководитель _____ Сердалиев Е.Т.

Задание принял к исполнению обучающийся _____ Табылганов А.М.

Дата «10» апреля 2021г.

АННОТАЦИЯ

В данной магистерской диссертации рассмотрены вопросы связанные с буровзрывными работами, повышение эффективности – применив контурное взрывания с учетом напряженно-деформированного состояния массива, решение которой позволило улучшить и оптимизировать буровзрывные работ.

Взрывные работы на рудниках в большей степени определяют эффективность подготовительно-проходческих процессов и очистных выработок в системе подземных выработок.

В работе представлены результаты исследований по улучшению проходки подземных выработок в современных условиях с использованием метода контурного взрывания. Приведены результаты опытно-промышленных испытания с применением трех разных паспортов шпурным зарядом. Выбран оптимальный паспорт буровзрывных работ.

АҢДАТПА

Бұл магистрлік диссертацияда бұрғылау-жару жұмыстарымен байланысты мәселелер, массивтің кернеулі-деформацияланған күйін ескере отырып, контурлық жаруды қолдану арқылы тиімділікті арттыру қарастырылды, оның шешімі ретінде бұрғылау-жару жұмыстарын жақсартуға және оңтайландыруға мүмкіндік берді.

Кеніштердегі жарылыс жұмыстары көбінесе жер асты қазбалары жүйесіндегі дайындық-ұңғылау процестері мен тазарту қазбаларының тиімділігін анықтайды.

Жұмыста контурлық жару әдісін қолдана отырып, қазіргі жағдайда жерасты қазбаларын жүргізуді жақсарту бойынша зерттеулердің нәтижелері ұсынылған. Шпурлық зарядпен үш түрлі паспортты қолдана отырып, тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтың нәтижелері келтірілді. Бұрғылау-жару жұмыстарының оңтайлы паспорты таңдалды.

ANNOTATION

In this master's thesis, the issues related to drilling and blasting operations are considered, increasing the efficiency-by applying contour blasting taking into account the stress-strain state of the array, the solution of which made it possible to improve and optimize drilling and blasting operations.

Blasting operations at mines to a greater extent determine the effectiveness of the preparatory-tunneling processes and treatment workings in the underground workings system.

The paper presents the results of research on improving the penetration of underground workings in modern conditions using the method of contour blasting. The results of experimental and industrial tests with the use of three different passports with a borehole charge are presented. The optimal drilling and blasting passport is selected.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. Исследование особенности геологического строения Акбакайского рудного поля	12
1.1 Общие сведения о месторождении	12
1.2 Геологическое строение Акбакайского рудного поля	14
1.3 Краткая геологическая характеристика месторождения	14
1.4 Описание рудных тел месторождения	16
1.5 Горнотехнические условия эксплуатации	19
1.6 Гидрогеологические условия	19
1.7 Горный отвод	22
2 Анализ и оценка методов взрывных работ при проходке горных выработок	23
2.1 Анализ исследований по повышению эффективности буровзрывных работ	23
2.2 Снижение законтурного разрушения массива при проходке горных выработок с использованием эмульсионных взрывчатых веществ	27
3 Разработка модели расчета параметров нагружения среды в ближней зоне взрыва	35
3.1 Установление основных закономерностей влияния конструкции заряда на распределение динамических процессов в зарядной полости	36
4 Разработка конструкции заряда и технологии ведения взрывных работ, обеспечивающих сохранность законтурного массива и качество дробления	39
4.1 Разработка методики расчета параметров буровзрывных работ с учетом влияния горного давления	39
4.2 Определение напряженно-деформированного состояния массива для слабых пород в горизонтальных выработках, проведенных буровзрывным способом	42
4.3 Применение контурного взрывания при проходке горизонтальных горных выработок	42
4.3 Обоснование применения метода контурного взрывания в условиях месторождения «Акбакай»	46
4.4 Обоснование разработанной конструкции заряда и технологии ведения взрывных работ, обеспечивающих сохранность законтурного массива и качество дробления	53
4.4.1 Обоснование экономической эффективности	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУР	58
ПРИЛОЖЕНИЕ А – К	61

ВВЕДЕНИЕ

Использование современных компьютерных технологий параллельно с графоаналитическим методом позволяет определить оптимальные параметры контурного взрывания при горнопроходческих работах. Современные требования к проектированию горных работ, по сравнению с недавним прошлым, кардинально отличаются во многих аспектах.

Проектирование разработки месторождений и их технико-экономическое обоснование предполагает всестороннее исследование, анализ и ряд сложных расчетов, которые в совокупности составляют один проект. Многолетний опыт деятельности разного рода проектных институтов и организаций совместно с производством показывает, что проектирование разработки проходит по ряду типовых алгоритмов, характерных для того или иного рода намечаемой деятельности.

Однако следует учитывать, что каждое месторождение все же имеет свои особенности и требует индивидуального подхода. В данной работе были рассмотрены особенности определения оптимальных параметров контурного взрывания при горнопроходческих работах на месторождении по добычи золота рудника «Акбакай», выявлены недочеты и предложена усовершенствованная методика.

Контурное взрывание, способ производства взрывных работ, при котором достигается максимальное приближение фактического профиля выработок и выемок к проектному при соблюдении сохранности окружающего массива горных пород. Применяется в горном деле при проведении выработок, а также в гидротехническом и транспортном строительстве при сооружении тоннелей, камер и др. в скальных породах. Различают две разновидности Контурное взрывание: предварительное и последующее оконтуривание. При предварительном оконтуривании вначале взрывают заряды взрывчатых веществ (ВВ) в оконтуривающих шпурах (скважинах), а затем основные, расположенные по всему сечению выработки. При последующем оконтуривании заряды ВВ в шпурах (скважинах), расположенных по контуру, взрывают после взрыва зарядов основного комплекта шпуров.

Преимущества контурного взрывания – уменьшается объём «переборов» породы за проектным контуром; повышается устойчивость откосов уступов, выемок и горных выработок, что позволяет снизить затраты на их поддержание и ремонт в процессе эксплуатации; уменьшается расход материалов при возведении крепи, а в достаточно устойчивых породах удаётся применить более экономичную набрызгбетонную крепь.

Недостатки контурного взрывания – некоторое повышение объёма буровых работ и необходимость более строгого контроля за расположением и направлением шпуров в процессе бурения.

Актуальность темы исследования. Разрушение массива горных пород под воздействием взрыва взрывчатых веществ (ВВ) является весьма сложным процессом. Его протекание и конечные результаты определяются природными свойствами массива, характеристиками взрывчатого превращения ВВ и механического взаимодействия продуктов взрыва с окружающей средой. Для определения наиболее существенных из них необходимо иметь ясное представление о физико-механических свойствах пород и массива, характеристиках действующих сил и условиях их взаимодействия.

Поведение горных пород при различных нагрузках, так же степень их сопротивляемости к разрушению в конкретных заданных условиях обуславливается фиксированной совокупностью природных характеристик пород. Для оценки этих критериев целесообразно сначала анализировать горно-геологические и горнотехнические условия разработки рассматриваемого месторождения.

Буровзрывные работы являются одним из главных факторов, определяющих эффективность очистных работ и системы разработки.

В настоящее время в Республике Казахстан применяется дробление массива шпуровыми зарядами глубиной 1,2-4,0 метра. При этом коэффициент использования шпура составляет 0,65-0,85. Если учесть, что в последнее время на многих рудниках Республики Казахстан стали применять современные самоходные буровые установки, способные бурить шпуры на глубину более 4-5 метров, то необходимо также совершенствовать технологию проведения горных выработок. До сих пор удлиненные шпуры использовались в карьерах при дроблении руды. При этом для повышения коэффициента использования энергии взрыва при использовании цельного или разрозненного заряда применяются многоточечные возбуждения, обеспечивающие равномерное разрушение массива. При этом в верхней части скважины удельная энергия ВВ (взрывчатое вещество) невелика, а в нижней части применяются заряды и при более высоких. Это обеспечивает равномерное измельчение массива, а также хорошую обработку забойной подошвы.

Одним из наиболее эффективных направлений в подземных условиях является применение пластовых проходок, работа которых основана на использовании эффективности искусственного пологого уплотнения устья проходческих шпуров. Отличительной особенностью этой пещеры является то, что заряды первого и второго слоев располагаются в разных шпурах и в связи с этим бурятся на разной глубине (шпуры первой пещеры сверлят в два раза короче шпуров второй пещеры). Отсутствие эффективного контакта между шпурами первой и второй частей с центральным компенсационным шпуrom при проведении горных выработок приводит к резкому снижению эффективности проходки конструкции. Вместе с тем, уменьшение оптимального расстояния между разделительными шпурами с центральным компенсационным шпуrom и отсутствие оптимального соотношения длин между шпурами в первой и второй частях приводит к уплотнению целиков шпуров в части шпуров, где большая часть взрывной энергии расходуется на сверхуплотнение дробленной горной массы, а коэффициент использования

шпура на последней стадии сразу снижается. Увеличение оптимального расстояния между разделительными шпурами с центральным компенсационным шпуром приводит к недостатку взрывной энергии, затрачиваемой на разрушение целиков шпуры в конечной части шпуров, что также приводит к снижению коэффициента использования шпура.

Существуют отдельные способы проходки выработок с уплотненными промежуточными зарядами, конструктивными особенностями которых является возможность получения коэффициента использования шпуров не менее 0,93-0,96 при проведении подготовительно-рубочных выработок в твердых и трудноразрывных породах с глубиной шпуров от 2,8 м до 4,4 м.

Вышеуказанные существующие методы показали эффективность в использовании при проведении горизонтальных горных выработок в твердых и трудноразрывных породах. Раздельное бурение шпуров в пещерах первой и второй части для размещения на них зарядов увеличивает объем буровых работ.

В настоящее время разработка месторождений полезных ископаемых подземным способом характеризуется большими объемами проходческих работ и возрастающей глубиной отработки. Добыча полезных ископаемых на больших глубинах связана с увеличением интенсивности естественных напряжений в массиве горных пород, которые существенно влияют на результаты взрывных работ в различных формах. В основном это влияние проявляется в невозможности в ряде случаев получить разрушение горных пород в забое с помощью взрыва в заданном объеме. Увеличение глубины отработки, при прочих равных условиях, приводит к возрастанию удельного расхода ВВ, снижению показателей взрыва: КИШ, объема и качества взорванной горной породы.

Повышение эффективности буровзрывных работ с учетом напряженного состояния массива представляет важную в практическом и научном плане задачу, решение которой позволит снизить затраты на единицу добываемого полезного ископаемого.

Взрывное разрушение напряженных сред и выявление при этом закономерностей являются предметом исследований многих ученых. Значительный вклад в исследование процессов разрушения горных пород, формирования и распространения волн напряжений в массиве горных пород при взрыве зарядов ВВ внесли: Адушкин В.В., Боровиков В.А., Жариков И.Ф., Ключков В.Ф., Крюков Г.М., Кутузов Б.Н., Родионов В.Н., Менжулин М.Г., Фокин В.А., Шемякин Е.И., Ханукаев А.Н., и др.

Несмотря на большой объем выполненных работ и достигнутые успехи в научных исследованиях в оценке влияния напряженного состояния массива на результирующее действие взрыва существуют различные мнения исследователей, до настоящего времени нет окончательного научно-обоснованного подхода к определению рациональных параметров БВР при проходке выработок глубоких горизонтов.

Однако вопросы, связанные с повышением эффективности взрывных работ остались нерешенными. В связи с этим актуальной задачей является

разработка технологии контурного взрывания, позволяющей повысить эффективность коэффициента использования шпуров и снизить удельный расход ВВ.

Цель работы заключается в обосновании оптимальных параметров контурного взрывания при горнопроходческих работах в условиях рудника «Акбакай» на основе комплексного учета горнотехнических и технологических факторов, обеспечивающей снижение затрат при их строительстве и эксплуатации в сложных горно-геологических условиях.

Совершенствование технологии проходки подземных горных выработок с применением контурного взрывания.

Повышение сохранности законтурного массива – за счет оптимизации параметров контурного взрывания при проходке горных выработок глубоких горизонтов подземных рудников.

Идея работы: Оптимизация параметров контурного взрывания при проведении горных выработок на основе учета динамических процессов для различных конструкций зарядов и естественного напряженного состояния горного массива.

Объект исследования является технология проведения горных выработок.

Предметом исследования является процессы проведения горных выработок буровзрывным способом, с применением контурного взрывания.

Основные задачи заключается в проведении анализа горно-геологических и горнотехнических условий разработки месторождения «Акбакай» необходимого для осуществления подбора взрывчатого вещества местного изготовления, удовлетворяющего конкретным условиям ведения взрывных работ, повышающего безопасность и улучшающего санитарно-гигиенические условия труда. В работе будут использован комплексный метод исследований: сбор и анализ горно-геологических характеристик месторождения, анализ и обобщение научно-технических достижений по проблеме; проведение вычислительных экспериментов; опытно-промышленная проверка результатов исследования и внедрение в производство.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: анализ и оценка методов взрывных работ при проходке горных выработок; разработка модели расчета параметров нагружения среды в ближней зоне взрыва; разработка методики расчета параметров буровзрывных работ с учетом влияния горного давления; разработка конструкции заряда и технологии ведения взрывных работ, обеспечивающих сохранность законтурного массива и качество дробления.

Методы исследования. Комплексный, включающий теоретические и практические способы. Анализ литературных источников, фактическое состояние горнопроходческих работ, численное моделирование, опытно-промышленные работы, технико-экономический анализ.

Научная новизна исследовательской работы. Установлены закономерности дополнительного увеличения зоны трещинообразования на

стадии действия взрыва в зависимости от свойств ВВ и конструкции заряда, позволяющие повысить эффективность взрывных работ при проведении выработок глубоких горизонтов. Увеличение объема разрушения врубовой полости при проведении горных выработок на глубоких горизонтах может быть обеспечено дополнительным трещинообразованием на квазистатической стадии действия взрыва. Сохранность законтурной части горного массива обеспечивается оптимальным расстоянием между контурными шпурами и определяется радиусом зоны интенсивного трещинообразования на стадии действия взрыва, длительностью его воздействия и естественным напряженным состоянием горного массива.

Практическая значимость работы: применение контурного взрывания для повышения обеспечивающей снижение затрат при проходке подземных горных выработок, исследование контурного взрывания для оптимизации параметров взрывных работ, использовании предлагаемой технологии в конкретных условиях, применение на предприятиях с определением оптимальных параметров буровзрывных работ.

Реализация работы. На руднике «Акбакай» АО «АК Алтыналмас» внедрена технология проведения горных выработок, введена в действие инструкции по составлению паспортов буровзрывных работ и на ее основе разработаны паспорта буровзрывных работ.

Апробация практических результатов. Основные результаты исследования докладывалась и обсуждалась на международной конференции «Сатпаевские чтения – 2021» (г.Алматы).

Личный вклад автора. Анализ литературных источников по теме диссертации (современного состояния буровзрывных работ), горно-геологических условий, проведение экспериментов по определению напряженно-деформационного состояния массива в процессе проведения горных выработок и опытно-промышленных работ на экспериментальном блоке, обработка и анализ данных.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 1 статья.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 60 страницах, содержит 8 таблиц, 28 рисунков, список использованной литературы из 37 названий и приложения.

Работа выполнялась с 2019 по 2021 год в КазННТУ имени К.И. Сатпаева на кафедре «Горное дело» ИГНиГД имени К.Турысова и опытно-промышленных работ на экспериментальном блоке при горнопроходческих работах в условиях рудника «Акбакай».

1. Исследование особенности геологического строения Акбакайского рудного поля

1.1 Общие сведения о месторождении

Золоторудное месторождение «Акбакай» расположено в Мойынкумском районе Жамбылской области Республики Казахстан. Месторождение расположено в 110 км от ближайшей железнодорожной станции Кияхты, с которой связан автодорогой Акбакай-Мирный. К югу и юго-западу от месторождения в 90-110 км проходит асфальтированная шоссейная автодорога Мойынкум-Берлик.

Рельеф района мелкопесчаный и представляет всхолмленную поверхность, местами расчлененную отдельными невысокими грядами, абсолютные отметки которой колеблются в пределах +465 и +495 м с уклоном на юго-запад.

По ландшафтному делению территория приурочена к зоне пустынных степей хребта Жельтауайтау, скудная растительность которой представлена полынью, солянкой и ксерофильными кустарниками с глубокими корневыми системами.

Территория расположена в пустынной зоне, имеет резко континентальный климат, характеризующийся большой растительностью сезонных и межгодовых колебаний, значительной суточной и годовой амплитудой температуры, большой сухостью воздуха, малым количеством осадков и незначительным снежным покровом. По совокупности всех климатообразующих элементов участок изысканий относится к строительно-климатическому району IV.

В результате анализа данных наблюдений на трех постоянно действующих метеостанциях Чиганак, Уланбель, Тюкен и на временной метеостанции Акбакай (наблюдения 1976, 1977 гг.) за характерную принята ближайшая к Акбакаю метеостанция Тюкен наиболее точно и полно отражающая климатические условия исследуемого участка. Период функционирования метеостанции с 1953 года по настоящее время.

Среднегодовая температура воздуха района составляет 6,8°C. Холодный период с отрицательными среднемесячными температурами воздуха длится пять месяцев. Самым холодным месяцем является январь месяц со средней месячной температурой воздуха - 13,5°C и абсолютным минимумом - 41°C.

Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой – 5,2°C 184 дня. Расчетная температура воздуха самой холодной пятидневки составляет -30°C. Холодный период (переход через 0°C (весной) заканчивается в начале третьей декады марта. С 22 марта по 8 ноября устанавливается положительная среднемесячная температура воздуха. Продолжительность безморозного периода в среднем около 230 дней. В начале апреля наблюдается устойчивый переход температуры 5°C, а в конце декады апреля происходит устойчивый переход температуры через 10°C. Средняя

температура воздуха самого жаркого месяца (июля) составляет 25°C, а абсолютный максимум достигает 45°C.

Для исследуемой территории характерны ранние заморозки, наблюдающиеся в среднем 27 сентября. Прекращение заморозков происходит обычно в начале мая, но возможны возвраты холодов и в конце мая.

Среднегодовая температура почвы положительная и составляет 9°C.

Открытое акционерное общество «Акбакайский горно-обогатительный комбинат» зарегистрированный в качестве хозяйственного субъекта 28 декабря 1995 г. под номером 542-1919-ОА расположен в пос. Акбакай Мойынкумского района.

Основной деятельностью общества является добыча и переработка золотосодержащих руд, геологоразведочные работы и строительство объектов промышленности.

Основная цель деятельности получение прибыли. В целях осуществления своей деятельности общество имеет следующие лицензий:

- На занятие эксплуатацией горных производств;
- На переработку минерального сырья;
- На эксплуатацию взрывопожароопасных производств;
- На эксплуатацию технологических оборудований;
- На приобретение, перевозку, хранение и использование цианида натрия и взрывчатых материалов;
- На проведение строительно-монтажных работ;

ОАО «Акбакайский ГОК» находящееся под управлением ОАО «АК Алтыналмас», которое владеет 63% его акции, имеет Уставной капитал 500 000 тыс.тенге. Как оператор на договорных условиях с ОАО «АК Алтыналмас» общество в 2003 году осуществлял добычные работы на месторождениях «Акбакай» и «Карьерное». Завершил строительство Опытно-промышленной установки и Отделения переработки огарков. Продолжил углубку стволов «Главная» и «РЭШ-1» в целях вскрытия нижележащих горизонтов месторождения «Акбакай».

Проводил геологоразведочные работы на месторождениях «Восточный Акбакай», «Карьерное» и «Думан-Шуак».

В 2003 году ОАО «Акбакайский ГОК» добыл 209 101 т. руды со средним содержанием 5,9 г/т. Переработав на обогатительной фабрике 221 147 т. руды получили 22 130 т. золотосодержащих концентратов со средним содержанием золота - 53,6 г/т, серебра - 15,7 г/т.

На заводе Доре переработано 12 261 т. концентрата и выпущено чистого металла: золота - 548 кг, серебра - 143,3 кг. Сквозное извлечение по гидрометаллургическому переделу составило-83%.

С апреля 2003 года начался пуско-наладочные работы и налаживания технологических процессов на ОПУ.

АО «АК Алтыналмас» — национальная промышленная компания. Занимается геологической разведкой месторождений золота, драгоценных камней и металлов, их добычей, обработкой, изготовлением ювелирных изделий, проведением экспортно-импортных операций. Создана в 1993 году.

В составе «Алтыналмаса» находятся Акбакайский и Васильковский обогатительные комбинаты, Юбилейное горнорудное управление, Алматинский завод ювелирных изделий, золотодобывающие артели и другие предприятия. В 2019 году АО «АК Алтыналмас» выкупил компании ТОО «Актогай мыс» и «ГМК КазакАлтын» [1].

1.2 Геологическое строение Акбакайского рудного поля

Акбакайское рудное поле, в пределах которого расположены месторождения Акбакай, Карьерное, Кенжем, Бескемпир, Аксакал и др., находится в пределах Чу-Илийского рудного пояса в Жалаир-Найманской палеорифтовой синклиновой структуре, протягивающейся в северо-западном направлении более чем на 600 км. Рудное поле вытянуто в том же направлении на 15 км, ширина его 3,5-4,0 км.

В геологическом строении рудного поля принимают участие терригенно-осадочные породы ордовика – толща переслаивающихся песчаников, алевролитов, конгломератов, гравелитов и эффузивно-осадочные породы девона – туфы, туфопесчаники. Отложения кайнозоя представлены глинами, суглинками, такырно-солончаковыми и элювиально-делювиальными образованиями. Интрузивные образования представлены гранитоидными и габбродиоритовыми комплексами девонского возраста. Постдевонские субвулканический и дайковый комплексы представлены мелкими телами кварцевых порфиров, гранит-порфиров и дайками гранодиоритовых, диоритовых и диабазовых порфиритов, лампрофиров.

Породы рудного поля осложнены многочисленными разноориентированными нарушениями от региональных разломов древнего заложения (Кенгирский) и долгоживущих разломов второго порядка (Бескемпирский, Долинный и др.) до оперяющих разрывов, трещин отрыва, скола и трещинных структур.

Важнейшими рудоконтролирующими структурами являются оперяющие трещины скола или отрыва. Протяженность их до 2-3 км. Падение, разнонаправленное под углами от 40-45 до 60-85°. Важную роль в контроле положения рудных тел играют дайки.

1.3 Краткая геологическая характеристика месторождения

Золоторудное месторождение Акбакай является наиболее крупным месторождением одноименного рудного поля и составляет основу сырьевой базы Акбакайского кластера.

Рудное поле расположено в пределах Кызылжартасского интрузива гранодиоритов, который прорывает песчано-сланцевые отложения ордовика и эффузивы среднего девона. Площадь поля составляет

около 25 км²; покровные отложения на всей площади представлены рыхлыми четвертичными образованиями мощностью от 0,5 до 1,5 м.

Основную роль в строении рудного поля и находящихся в его пределах золоторудных месторождений (Акбакай, Бескемпир, Карьерное и др.) играют разрывные нарушения, представленные системами крутопадающих разломов субширотного простирания и оперяющих их пологих разломов типа сколовых трещин. В пределах интрузива широко развиты дайки лампрофиров, а также диоритовых и диабазовых порфиритов. Дайки лампрофирового ряда выделяются в золотоносный дайковый комплекс, с которым связываются основные проявления промышленного оруденения.

Месторождение Акбакай структурно связано с Акбакайским разломом субширотного простирания, представленного полосой дробления и гидротермальной проработки пород протяженностью около 3 км. Полоса определяется как Главная рудная зона; к ней приурочены основные рудные тела месторождения.

В 250-300 м к югу от Акбакайского разлома протягивается субпараллельно ему Бескемпировский разлом, с которым связано несколько маломощных рудных тел (Южная рудная зона).

Промышленные рудные тела на месторождении приурочены к разрывным нарушениям и представлены крутопадающими (65-85⁰) и пологопадающими (30-60⁰) березит-кварцевыми жилами, контролируемые дайками лампрофиров. Падение жил северное, простирание – субширотное; мощности изменяются от 0,2 до 4,0 м, протяженность по простиранию от 270 до 700 м.

Таблица 1 – Параметры жил

Наименование жил	Угол падения, град	Средняя мощность, м	Длина по простиранию, м	Глубина заложения, м
Главная	70-85	1,33	680	460
Глубинная	30-55	1,61	365	340
Юбилейная	40-45	1,51	520	580
Фроловская	70-85	1,43	274	580
Пологая-1	45-50	1,92	630	580
Пологая-б	30-35	1,74	300	460
Южная	60-65	1,5	-	180

Гидрогеологические условия являются простыми. Воды с минерализацией 1,3-3г/л сульфатно-хлоридно-натриево-кальциевые, очень жесткие – общая жесткость 7,8-27,2мг/экв/л, при карбонатной жесткости 2,5-2,8мг/экв/л. РН их равна 7,6-7,95. Обводненность слагающих пород незначительная. Фактический водоприток существующий ствол на Акбакае шахты «Главная» из всех горизонтов в 2002 год в среднем составлял 25м³/час.

Фильтрационные свойства пород низкие, средний коэффициент фильтрации составляет 0,17л/сут. Гидрогеологические условия на восточном фланге благоприятны и не вызовут особых осложнений при его отработке.

1.4 Описание рудных тел месторождения

Месторождение Акбакай является жильным месторождением, залегающим в интрузиве. Жилы выполняют субширотные разрывные нарушения. Рудные тела контролируются дайками лампрофиров и диоритовых порфиритов, локализуясь в их контактах или внутри даек, реже отходят на небольшое расстояние от них. Все жилы имеют северное падение. Выделяются крутопадающие и пологие жилы. Углы падения составляют для крутопадающих 60-70° и 75-80° и от 40-50 до 20° для пологих.

Всего на месторождении разведано 16 жил (рисунок – 1) с балансовыми рудами промышленных категорий: Главная, Фроловская, Тукуновская, Октябрьская, Юбилейная-60, Пологая-1, Пологая-4, Пологая-6, Глубинная, Южная-1, Южная-2, Золотая, Фроловская-2, Пологая-6 бис, Дайковая, Диагональная. Основные параметры жил приведены в таблице 1. К крутопадающим относятся жилы Главная, Фроловская и Фроловская-2, имеющих углы падения 75-80°. Жилы Тукуновская, Октябрьская, Золотая, Южная-1, Южная-2 и Диагональная в основном имеют крутые углы падения в диапазоне 60-70°, однако на отдельных участках выволаживаются до 45-50°. Жилы Юбилейная-60, Глубинная, Пологая 1, 4, 6 и 6 бис имеют преимущественно углы падения 45-60°. Жила Дайковая – 20-40°.

Поперечное строение жил достаточно простое. Центральная часть сложена одной, редко двумя стержневыми кварцевыми жилами небольшой мощности (первые десятки сантиметров). Они окаймляются полосами золотонесущих березитов мощностью до 1,0 м, реже более метров. В контур рудного тела может входить и гидротермально измененная часть дайки. В западной части жилы Глубинной на горизонте 180 м рудное тело нацело представлено дайкой. Контакты кварцевых жил с березитами – четкие, а березитов с гранодиоритами тоже достаточно четкие, выделяются визуально и маркируются тонкими трещинками с глиной трения. Иногда по простиранию кварцевая жила имеет пережимы, вплоть до полного исчезновения. Тогда рудное тело представлено только березитами, как правило, с умеренным оруденением.

Опыт эксплуатации месторождения показал полное соответствие геологических границ рудных тел фактически наблюдаемому рудораспределению. В геологических границах сосредоточены практически все повышенные концентрации золота. Вне их слабо гидротермально измененные породы содержат, как правило, до 1,0 г/т золота.

По результатам геологоразведочных работ характеристики рудных тел представлены в следующем виде.

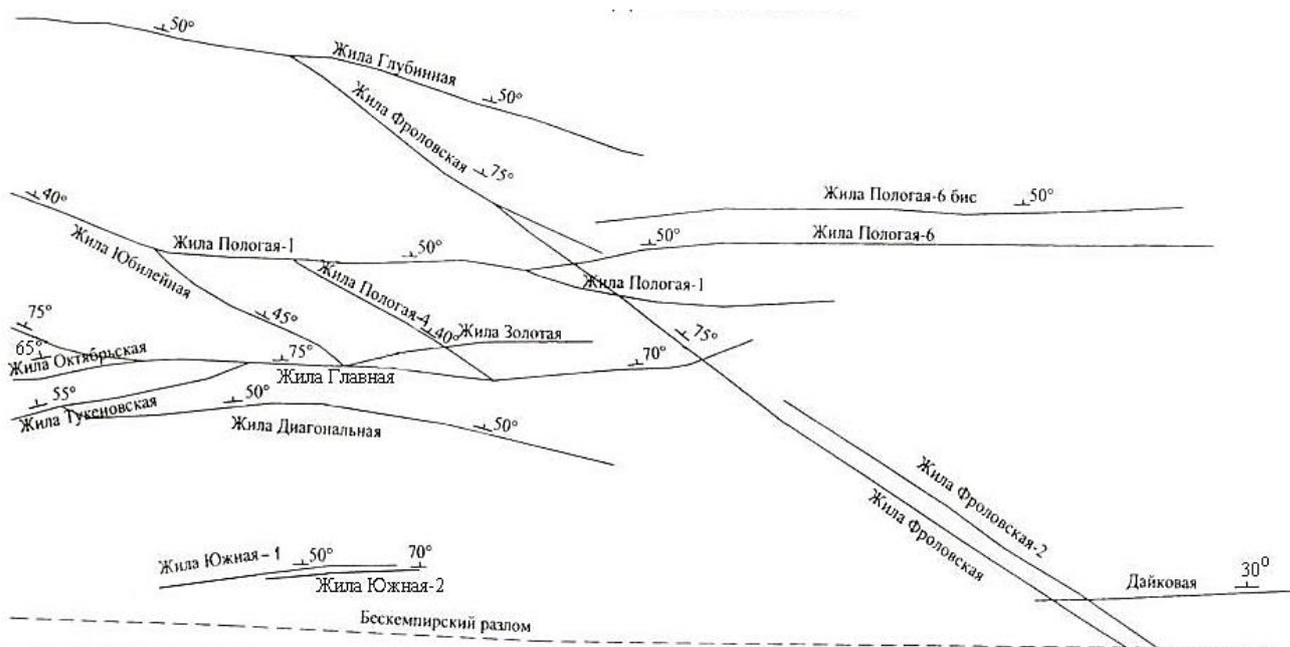


Рисунок 1 – Схема расположения жил

Таблица 2 – Параметры рудных тел месторождения Акбакай с распределением по горизонтам при содержании золота в краевой выработке 0.5 г/т

Название жилы	Угол паде - ния	Горизонты и параметры жил																			
		20		100		180		260		340		400		460		520		580		640	
		m	L	m	L	m	L	m	L	m	L	m	L	m	L	m	L	m	L	m	L
Пологая-6	30-35	1.61	940	1.41	1760	1.37	1820	0.96	1730	1.50	1740	1.47	1560*	1.36	80*						
Фроловская	70-85	0.74	660	1.2	710	0.94	920	1.00	1060	1.00	1140	0.69	1140	0.89	1280	1.03	600	1.9	540		
Фроловская -2	75-80	0.42	80	0.55	420	0.35	460	1.03	530	1.52	640	1.82	730	1.21	810	1.16	860	1.12	280		250
Юбилейная	40-45			0.41	60*	1.39	330	0.93	600	0.98	870*	1.23	780*	1.21	670*	1.08	540*	1.01	330*		
Диагональная**	60-70	0	0	0.91	170	1.72	210	2.01	40*												
		1.00	310	1.06	370	1.75	340	0	0												
Пологая -1**	45-50					1.2	560	0.93	630	0.82	585	1.53	555	0.96	510	0.95	460	0.86	400		
						0.82		0.84		1.09											
Главная**	70-85	0.81	630	1.44	700	1.19	660	1.49	660	1.1	660	1.04	570*	1.45	480*	0.34	40*				
		1.11		0.58																	
Золотая	60-70									0.98	300	0.94	400	1.46	380	1.41	340	1.59	270		
Глубинная**	30-55			0.92	500	1.45	460	1.05	430	1.18	280										
						1.02															
Южная-1	60-65	0.64	300	0.85	480	1.32	450*	1.32	360*												
Тукуновская**	60-70	1.47	280	1.18	340	1.01	300	0.9	200	0.72	70										
		1.07		0.74																	
Дайковая**	20-40			0	275	1.2	130	1.56	95												
				2.32		2.13	470	1.01	205												

1.5 Горнотехнические условия эксплуатации

Рудные тела месторождения «Акбакай» представлены кварцевыми жилами с зальбандами березитов в гранодиоритах.

Вмещающие породы и руды характеризуются высокой крепостью и устойчивостью. Значения коэффициентов крепости по шкале М.М. Протодяконова составляют: кварцевых руд – 16-18, березитов – 11-14, даек лампрофиров – 11-12, гранодиоритов – 14-16. Наиболее ослабленным являются участки сопряжения кварцевых жил, а также контакты последних с рудоконтролирующими дайками.

По показателю абразивности породы и руды относятся к классу среднеабразивных (по классификации Л.И. Барона и А.В. Кузнецова).

Руды не склонны к слеживанию, размоканию, вспучиванию, самовозгоранию; по содержанию свободного кремнезема (30-40%) относятся к силикозоопасным. Радиационная опасность отсутствует.

Объемная плотность руд составляет 2,73 т/м³, вмещающих пород 2,7 т/м³; коэффициент разрыхления одинаков и составляет 1,6.

Вмещающие породы характеризуются высокими прочностными показателями. Предел прочности на сжатие гранодиоритов 1130-1530 кг/см², кварцевых жил до 1700 кг/см², березитов 650-1390 кг/см², лампрофиров 600-1000 кг/см². Средний коэффициент крепости пород по шкале М.М. Протодяконова гранодиоритов – 14, лампрофиров – 8, березитов и беритизированных гранодиоритов – 10,5.

Вмещающие породы устойчивы даже вблизи разрывов и трещин. Однако в связи с ослабленными контактами рудных тел с вмещающими породами при отработке возможны вывалы руды. Мелкие разрывные нарушения не оказывают влияния на понижение устойчивости вмещающих пород.

По аналогии с основным месторождением Акбакай, на восточном фланге руды не склонны к размоканию, вспучиванию и при длительном хранении не слеживаются, не оплывают и не самовозгораются. Естественная влажность руд и вмещающих пород низкая. Породы месторождения не газоносны. Руды силикозоопасны в связи с повышенным содержанием двуокиси кремния (до 73%).

Рельеф на участке спокойный, мощность рыхлых отложений небольшая (до 1-8 м).

Горнотехнические условия отработки месторождения благоприятны.

1.6 Гидрогеологические условия

Наиболее детально гидрогеологические условия на месторождении Акбакай изучались в 1971-78 годы, в процессе проведения разведки месторождения.

В гидрогеологическом отношении район месторождения Акбакай

представляет собой полупустынную территорию. Постоянно действующие поверхностные водотоки отсутствуют. В районе развита редкая сеть временных водотоков, которые функционируют в весеннее время, в период интенсивного снеготаяния и выпадения атмосферных осадков.

Климат района резко континентальный, засушливый. Большое количество солнечной энергии и продолжительное солнечное сияние 2700-3000 часов в год создают условия для полного испарения выпадающих атмосферных осадков, за исключением ливней. В этих природных условиях источником питания подземных вод являются осадки холодного периода, образующие устойчивый снежный покров, на распределение которого существенное влияние оказывают не только характер рельефа, но и температурный и ветровой режимы.

Температурный режим является исключительно материковым. Продолжительность теплого периода со среднемесячными температурами выше нуля градусов для равнины составляют 7-7,5 месяцев. Самым жарким месяцем в году является июль.

Атмосферные осадки распределяются весьма неравномерно в течение года – от 20 мм в месяц в зимнее время и до 5-6 мм в летний период. Суммарное среднегодовое количество атмосферных осадков составляет 173-180 мм. Эффективными являются осадки, выпадающие в ноябре – марте месяцах и составляющие 88 мм.

Наряду с физико-географическими условиями, особое значение имеют геологические факторы, представляющие гидрогеологические и инженерно-геологические условия месторождения. Геологические образования, литолого-петрографические комплексы пород служат, прежде всего, рудовмещающей средой, определяющей размещение, интенсивность питания и накопления подземных вод, изменение их химического состава и условия миграции в них отдельных химических элементов.

В геологическом отношении месторождение представляет собой гранодиориты среднедевонского возраста, которые прорываются дайками лампрофиров. С поверхности эти породы перекрыты маломощным (до 1 м) чехлом рыхлых четвертичных отложений. В возрастном отношении это верхне-среднечетвертичные делювиально-пролювиальные щебнисто-суглистые отложения, мощностью 1,5-3 до 8 м. Иногда встречаются отдельные пятна такырно-солончаковых осадков небольшой мощности (0,5-1,0 м). Этими отложениями выполнены отрицательные формы рельефа.

В гидрогеологическом отношении выходы среднедевонских гранодиоритов представляют собой среду, которая содержит трещинные подземные воды. Определенная степень трещиноватости пород фиксируется на всю вскрытую мощность среднего девона, причем экзогенная трещиноватость развита на глубину до 50-60 м, а глубже отмечается тектоническая трещиноватость.

Гидрогеологические исследования по изучению обводненности месторождения осуществлялись в два этапа.

На первом этапе (1971-1974 гг.) было пробурено пять гидрогеологических скважин глубиной от 80 до 300 м, которые опробованы одиночными откачками на одно понижение уровня. Проводились наблюдения за водоотливом из разведочной шахты на глубине 100 м. Изучался химический состав и минерализация подземных вод месторождения. Проводились стационарные режимные наблюдения.

Проведенными исследованиями установлено, что подземные воды приурочены к трещинам, развитым в жестких интрузивных породах (гранодиориты). Мощность трещиноватых зон варьирует от 43,4 до 96,8 м. уровень грунтовых вод находится на глубинах от 3,2 до 11,4 м. Дебиты скважин составляют от 0,05 до 0,7 л/сек. Средний коэффициент фильтрации составил 0,12 м/сутки, естественные ресурсы, подсчитанные балансовым методом, определены в количестве 496 м³/сутки. Фактические водопритоки при глубине шахты 100 м составили 36 м³/сутки.

На втором этапе (1976-78 годы) Обводненность месторождения изучалась до глубины 500 м. Учитывая сравнительно простые гидрогеологические условия, установленные на первом этапе, специальных гидрогеологических скважин на месторождении не бурилось, а для изучения гидрогеологии использовались 9 разведочных скважин, глубиной от 350 до 693,2 м.

Для получения представительной гидрогеологической информации на флангах и в центральной части месторождения было разбурено до диаметра 152 и до глубины 505-510 м 3 разведочные скважины.

С целью изучения циркуляции воды в скважинах и определения водопритоков (водопоглощения) на глубину разведки месторождения во всех девяти скважинах был проведен метод расходомерии. В комплексе с расходометрией проводилась кавернометрия для измерения диаметра скважины с целью внесения поправки при определении водопритока (водопоглощения).

Проведенными исследованиями установлено, что максимальная глубина проникновения трещиноватых пород на месторождении составляет 290 м. Глубже породы монолитны и практически водонепроницаемые. Уровень подземных вод устанавливается на глубине от 0,2 до 16,6 м, водообильность пород низкая, дебиты скважин по одиночным откачкам не превышают 0,10 л/сек.

В центральной части месторождения пройдена разведочная шахта глубиной 260 м с системой горизонтальных выработок на глубинах 50, 100, 180, 260 м, в которых систематически проводились гидрогеологические работы по изучению обводненности месторождения. Исследования показали, что гранодиориты имеют трещиноватость в верхней приповерхностной зоне до глубины 40-70 м. Глубже породы, как правило, монолитные. Здесь трещиноватость отмечается только вдоль зон разломов. Размеры трещин от 0,01 до 2-3 мм. Трещины заполнены, в основном, кварцем и кальцитом.

Фактические водопритоки в разведочную шахту на глубине 260 м колеблются от 7,0 до 17,0 м³/час, средний – 10,0 м³/час. После проходки горных выработок нижнего горизонта на глубине 260 м, вышележащие породы полностью осушены.

Шахтные воды солоноватые с общей минерализацией от 2,4 до 5,4 г/л. Общая жесткость вод – 15,9-31,6 мг-экв/л. По химическому составу они, в основном, сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые. Агрессивность шахтных вод месторождения к бетону и металлу считается отрицательной: они обладают углекислой агрессией, имея карбонатную жесткость менее 2 мг-экв/л, а также сульфатной агрессией – содержание иона SO₄ в водах составляет от 958-2271 мг/л при рН – 6,6-8,2.

Режимные наблюдения на месторождении проводились в 8 скважинах. Установлено, что в процессе проходки разведочной шахты уровень подземных вод постепенно снижался за счет постоянного водоотлива из шахты с глубины 260 м. Во всех скважинах уровни вод понизились от 4,05 до 24,0 м.

Как отмечено выше рудные тела восточного фланга (Фроловская и Пологая-б) являются естественным продолжением жил основной части месторождения Акбакай. Геологоразведочными работами, проводимыми на восточном фланге месторождения с начала двухтысячных годов и по настоящее время, вышеназванные жилы содержат промышленные руды, которые подлежат их отработки, в связи с этим, с целью изучения обводненности восточного фланга месторождения, проведен комплекс гидрогеологических исследований.

Для гидрогеологического изучения восточного фланга в профиле XLV между жилами Фроловская и Пологая-б, на месте заложения ствола РЭШ, была пробурена контрольно-стволовая скважина (КСС-3) глубиной 340 м, по которой проведены в полном объеме все необходимые исследования. В скважине КСС-3 были выполнены три гидрогеологических опробования - одно при глубине скважины 100 м, второе при глубине 200 м и третье при забое скважины 340 м.

1.7 Горный отвод

Для отработки золотосодержащих руд Акбакайского месторождения АО «АК «Алтыналмас» получена лицензия № 382 серии МГ на основании Акта государственной регистрации Контракта на проведение операций по недропользованию, выданной Министерством геологии и охраны недр РК 15 октября 1996г. регистрационный № 68 г.Алматы на право пользования недрами в РК.

Горный отвод в границах узловых точек 1-24 Акбакайской промышленной зоны выдан АО «АК Алтыналмас» площадью 2,29 км² государственным учреждением «Комитет геологии и недропользования Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан» г.Астана от 25.12.2015 года №560-д-ТПИ.

2 Анализ и оценка методов взрывных работ при проходке горных выработок

В подземных горных работах в настоящее время нашли применение в основном динамические методы поведения горных выработок, основанные на использовании ВВ в контурных шпурах или скважинах.

Широкое применение получило контурное взрывание, которое является одним из методов раскола в заданном направлении (по контуру) массива горных пород, основанное на использовании ВВ.

Контурное взрывание применяют при отделении блоков от массива; проведении выработок, подземных камер, дорожных выемок; заоткоске уступов и в очистных подземных работах.

Контурное взрывание является специальным способом ведения взрывных работ, предусматривающих создание местных напряжений, концентрирующихся вдоль плоскости намечаемого раскола массива горных пород. Это обеспечивает получение гладких, не нарушенных трещинами поверхностей по заданному контуру.

Преимущества технологии буровзрывных работ, с применением контурного взрывания, состоит в повышении устойчивости и прочности свойств законтурного массива за счёт снижения трещиноватости при взрывании зарядов ВВ.

При варианте экранирующего контурного взрывания наличие узкой щели обеспечивает отражение взрывных волн от зарядов рыхления; предотвращает распространение трещин в законтурный массив и способствует лучшему качеству дробления;

Анализ многолетнего опыта использования методов контурного взрывания показывает, что при его применении устойчивое, состояние обнаженных поверхностей массивов горных пород, даже неустойчивых, всегда улучшается;

В мировой практике накоплен большой опыт проведения и сооружения выработок: различного назначения; в подземных условиях с использованием методов контурного взрывания;

Ниже приведены сведения о применении/ методов; направленного трещинообразования; по заданному контуру в различных горно-геологических; условиях подземных горных работ.

2.1 Анализ исследований по повышению эффективности буровзрывных работ

Взрывные работы на руднике занимают 60-70% продолжительности цикла при проведении подготовительно - шпунтовочных работ блока при подземных системах разработки. Их продолжительность и трудоемкость зависят, в основном, от физико-механических свойств пород, площади поперечного сечения, изделий, параметров дробления шпуров и применяемой конструкции заряда, от схемы расположения и взрываемости шпуров. Широкое внедрение высокопроизводительного бурового самоходного оборудования, позволившее сегодня увеличить глубину залегания шпуров в подземных рудниках до 5-6м, привело к резкому снижению КИШ.

Глубина заложения (длина шпуров) очень сильно влияет на основные показатели понятия, в большинстве случаев определяя другие параметры

выемки. Поэтому длина находится в прямой зависимости от качества образования полости и ее параметров.

На сегодняшний день собран обширный экспериментальный материал о закономерностях развития взрыва при проведении исследований как в лабораторных, так и в производственных условиях [2,3,4,5,6,7,8].

На основе проведенных в работе [9] экспериментальных работ и полученных зависимостей разработаны секционно-призматические способы формирования проходческих полостей, за основу которых принят вариант секционной (слоистой) прямой пещеры, разработанный и внедренный рабочими КГРИ и НИИПТ на некоторых шахтах Кривбаса

Оптимальная глубина проникновения для секционно-призматических способов формирования проходческих полостей 1,8-2,8 - 2,8-3,2 м., 1998. - с. 199-1996.

При проведении экспериментальных разработок ряда месторождений в различных горно-геологических условиях автором установлено, что в забое секционно-призматических выработок осуществляется наружное бурение скоростной самоходной установкой. Работающему, находящемуся вдали от забоя, в котором производится выемка, трудно контролировать глубину залегания шпуров первой секции от самоходной буровой установки и бурить на одинаковую глубину из-за их краткости от основного и скважинного шпуров второй секции. Поэтому при бурении скважины первой секции часто приходится останавливать буровую установку для контроля глубины прокладки шпура. Это занимает время для непродуктивных операций, что приводит к увеличению времени цикла отжима. Кроме того, с увеличением длины выемки эффективность применения выемочных полостей для подготовительно-полосовой добычи в наиболее твердых и трудноразрывных породах снижается в ряде случаев.

Для устранения отмеченных выше недостатков разработаны и апробированы секционные способы образования пещерных полостей с расслаблением межшпуровых целиков, учитывающие бурение шпуров первой и второй секций на одинаковую глубину.

При проведении тупиковой выемки на 4,0 м и глубже применение способов образования полостей в вышеназванной пещере является нецелесообразным. В связи с этим в работе [9] разработаны и апробированы секционные способы образования пещерных полостей с промежуточными прессованными зарядами, конструктивные особенности которых позволяют получить КИШ с глубиной не менее 0,93-0,96 при проведении подготовительно-пластовой добычи в твердых и трудно взрывающихся породах глубиной 2,8-4,4 м.

Результаты экспериментальных работ новая технология проходки горизонтальных выработок позволяет выполнить следующие действия:

- 1) мелкий шпур обеспечивает увеличение скорости проходки и производительности труда на 25-30% по сравнению с выработкой;
- 2) Снижение затрат на производство 1м;
- 3) повышение коэффициентов использования шпуров до 0,93-0,95.

4) сокращение временных затрат на бурение шпуров, удельных временных затрат на подготовительно-заключительные и другие вспомогательные операции, а также увеличение удельного веса буровых и подъемных работ в цикле, повышение удобства и безопасности труда.

Инертные материалы или заряды, расположенные через воздушные промежутки, создают условия для повышения коэффициента существенного использования энергии взрыва. Если заряд находится в инертной пробке, то работу его отдельно расположенных частиц следует рассматривать как работу собственных зарядов.

Форма полости заряда, создающая условия для формирования плавного фронта волны напряжений в разрушаемой среде.

Б. Н. Кутузов [5,9] отмечал, что на степень разложения горной массы влияет конструкция заряда. Раздробленность заряда целесообразна только в том случае, если емкость используется не полностью, т. е. в однородных породах по каким-либо причинам применяется сближенная решетка расположения зарядов и весь заряд занимает скважину (менее 0,5 длины). В неоднородных породах для размещения заряда на сложных трещиноватых участках горных пород целесообразно разложить заряд (например, в крупной блочной коре, расположенной в средней или верхней части выемки). Рассеивание заряда при равенстве горной массы от скважины 1 м и Удельном расходе ВВ используется не полностью, так как, если по каким-либо причинам в однородных породах применяется сближенная решетка расположения зарядов, она является наиболее Удельной и весь заряд занимает незначительную часть скважины (менее 0,5 длины). В неоднородных породах для размещения заряда на участках наиболее сложных взрывающихся горных пород их следует располагать раздробленными (например, в крупноблочной коре, расположенной в средней или верхней части выемки). При этом участок пробки может отделять твердую часть массива от мягкой или наоборот, так как в этом случае активизируется действие заряда на твердую часть массива (промежуточный слой). При сплошном заряде активизируется действие заряда на мягкую часть массива, а в зоне разложения (промежуточной прослойке) твердой части массива, расчеты показывают, что в ряде случаев, несмотря на значительную трудоемкость, применение разложения зарядов является эффективным. Это очень удобно, когда зарядка выполняется после сверления. В качестве разрозненного материала используются породы, вода, воздух.

В работе [10,11] двумерное движение твердой среды, окружающей сплошной скважинный заряд, характеризуется перетиранием горных пород при инициировании заряда в одной точке, что подразумевает интенсивную диссипацию энергии, особенно в зоне, близкой к заряду.

Для повышения эффективности взрывопожарообразования используется дробеструйная обработка колонны заряда ВВ с различными интервалами.

При зарядах с воздушными промежутками прекращается на начальном этапе, а затем начинается в нижней, средней и верхней частях канавки. Начальное давление продуктов взрыва уменьшается, а время их воздействия

на разрушаемую среду и взаимодействие взрывных волн увеличиваются. Основным вкладом в повышение взрывной эффективности является процесс многократной загрузки среды, особенностью которого является возможность развития системы микротравм, созданной первичной волной сжатия. Многоволновая перегрузка, осуществляемая дополнительной волновой системой напряжений, при прочих равных условиях определяется величиной воздушного промежутка и свойствами разрушаемой среды.

Для зарядов с воздушными промежутками характерны все принципы повышения эффективности действия взрывов в твердых средах. Полистирол широко используется для формирования воздушных зазоров. Реакция термического разложения полистирола при взрыве выполняется синхронно с прохождением детонационной волны.

При испытании зарядов с воздушными промежутками, образованными пенополистиролом, установлено, что вследствие воспламенения и деструкции при высоких температурах улучшена реакция взрывного перехода с наполнителем ВВ, что улучшает гранулометрический состав дробленой рудной массы и обнаружение подошвы канавки.

Авторы работы [12] отмечают, что при сплошной конструкции колонного заряда значительный коэффициент использования энергии взрыва достигается за счет чрезмерного разрушения и измельчения горных пород в результате наибольших деформаций в непосредственной близости от заряда, другая часть поглощается вследствие вязкости и кипячения пород, а остальная часть энергии расходуется на перемещение дробленой рудной массы. Существенный коэффициент его использования в результате всех потерь энергии взрыва составляет, примерно, 20 %.

При выполнении трех основных требований существенная работа взрыва значительно возрастает, до некоторых пределов выполняются продукты детонации.

В труде Б.Н.Кутузова [5,13] послыжное расположение зарядов вместе с последовательным нагнетанием разрушающего массива может быть осуществлено с использованием разрозненных (двухслойных) зарядов, разделенных промежуточной пробкой. Для эффективного и безопасного применения разрозненных зарядов их следует применять при выполнении следующих условий: масса заряда ВВ класса IV-V принимается в первом слое не более 1,2 кг, длина промежуточной пробки между разрозненными зарядами должна быть менее 0,75 м. В качестве материала промежуточной пробки служит смесь песка с глиной в соотношении 1:1 или комбинированная пробка, состоящая из полиэтиленовых ампул, наполненных водой, с интервал торможения между зарядами I и II слоев одного шпура следует принимать 30-50 мс, проводники электродетонаторов одного шпура последовательно соединяются последовательно. При использовании ВВ класса II для встряхивания в условиях пересечения выброс-опасных пластов вертикального ствола конструкция разложения зарядов может применяться при иных параметрах: масса заряда I слоя принимается не более 1 кг, длина

промежуточной пробки из смеси глины с птицей, доменного зернистого шлака и воды должна быть не менее 1 м.

2.2 Снижение законтурного разрушения массива при проходке горных выработок с использованием эмульсионных взрывчатых веществ

Современное состояние технологии проходки подземных выработок с использованием контурного взрывания Проходка подземных горных выработок является одной из самых весомых статей затрат для всех горнодобывающих предприятий. Скорость и качество проходки в целом определяют эффективность и планомерность развития рудника и горных работ. В настоящее время для проходки горных выработок используется высокопроизводительное самоходное оборудование и возможны весьма высокие темпы строительства. К одному из факторов, снижающих скорость проходки выработок при использовании буровзрывных работ, относится повышенное законтурное разрушение массива горных пород, приводящее к вывалам породы, образованию ослабленных зон массива и в конечном итоге, к повышенным расходам на крепление – как временное, так и постоянное.

Для решения данной задачи разработано достаточно много решений [14], сущность которых сводится к использованию вдоль контура выработки зарядов взрывчатого вещества (ВВ) меньшей мощности. Самым распространённым вариантом контурного взрывания в настоящее время является использование ВВ в патронах малого диаметра и навески ВВ, выпускаемых как российскими, так и зарубежными производителями. Например, на подземных рудниках АО «Апатит» долгое время существовал метод ручного заряжания шпуров в проходческих забоях при помощи патронированного аммонита № 6ЖВ-200 (ГОСТ 21984–76). При этом сохранность контура обеспечивалась применением специальных контурных патронов ЗКВК уменьшенного (по сравнению с диаметром шпура) размера [15].

Заряд контурного взрывания колонковый (ЗКВК, ТУ 841068–85) представляет собой пластиковую трубку диаметром 26 мм и длиной 350 мм, заполненную порошкообразным аммонитом № 6ЖВ массой 170 г, имеющую на боковых стенках специальные лепестки, препятствующие её касанию со стенками шпура. Конструкция патронов позволяет стыковать их друг с другом в колонку необходимой длины.

Эффект контурного взрывания с использованием патронов ЗКВК достигался, но были и проблемы, связанные с тем, что во время инициирования патроны ЗКВК нередко вылетали из шпура, либо не передавали детонацию от патрона к патрону, приводя тем самым к отказам взрывания. В 2003 г. по техническому заданию специалистов АО «Апатит» Новосибирский механический завод «Искра» разработал новую конструкцию контурных зарядов мягкого взрывания (ЗМВ) [8]. В основу ЗМВ заложены принцип фугасного действия состава ВВ при меньшей линейной навеске, а также возможность варьирования мощностью состава. Это позволяет

расширить область применения ЗМВ как для добычи блочного камня, так и для контурной проходки горных выработок в различных горно-геологических условиях.

По центру ЗМВ проходит детонирующий шнур марки ДШН6(8), пространство между ним и внешней оболочкой заполнено составом фугасного действия. Бризантность детонирующего шнура проявляется на малых расстояниях и служит для возбуждения детонации в фугасном составе. В целом ЗМВ обладает фугасным действием. Меняя марку ДШН и фугасный состав, можно подобрать ЗМВ, оптимально подходящий к конкретным горно-геологическим условиям.

Вместе с тем [16], применение ЗМВ требует более точного соблюдения паспорта БВР в части обеспечения строгой их параллельности, выдержки расстояний между шпурами и соблюдения ЛНС до предконтурного ряда. Невыполнение этих требований может привести к «непроработке» контурного ряда. Такие единичные случаи были зафиксированы, по ним также можно судить о «мягкой», фугасной работе заряда. Шпуры при взрыве ЗМВ не разрушались. Ликвидация отставания по кровле производилась повторной зарядкой этих же шпуров ЗКВК или ЗМВ. Также отметим, что использование ЗМВ подразумевает использование большого количества ручных операций.

Для снижения законтурного разрушения массива также возможны схемы, направленные на перераспределение энергии взрыва в массиве, например за счет:

- уменьшения количества шпуров по своду выработки с одновременным увеличением их количества в предконтурном ряду;
- производства заряжения по схеме шпур через шпур (холостой+заряженный шпуры).

Такие схемы в некоторых случаях позволяют снизить законтурное разрушение массива, но не являются универсальным и достаточно гибким решением.

Использование эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ) для снижения законтурного разрушения массива

Опыт компании Orica в использовании ЭВВ для контурного взрывания

В настоящее время на ряде подземных рудников России и других стран СНГ наблюдается динамичное внедрение технологий использования эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ), связанное прежде всего с повышением безопасности работ, определяющее столь же быстрый уход от сыпучих, порошкообразных ВВ. На смену патронам-боевикам аммонит № 6ЖВ-200 пришли более современные высокоэнергичные ДПМС-1, 3 кг боевики аммонит (ПНП-А6ЖВ-90) были заменены на 300 г шашки пентолит (ПДП-300) [17].



Рисунок 2 – Схемы контурного взрывания при использовании эмульсионных взрывчатых веществ

Использование ЭВВ для проходки горных выработок является весьма гибким решением, которое может быть успешно использовано для снижения законтурного разрушения массива горных пород. Схемы использования ЭВВ, направленные на минимизацию законтурного разрушения массива, представлены на рисунке – 2. Развитие техники и технологий использования ЭВВ на подземных горных работах позволило создать достаточно совершенные технологии контурного взрывания. Одним из лидеров в данной области является компания Orica (Австралия). При использовании ЭВВ в ряде случаев сокращается объем используемого взрывчатого вещества (удельный расход) и ускоряются операции проходческого цикла.

Можно выделить два базовых направления контурного взрывания компании Orica – использование для заряжания контурных шпуров ЭВВ переменной плотности (Subtek Control), либо создание колонки заряда не на полное сечение шпура или скважины (String Loading).

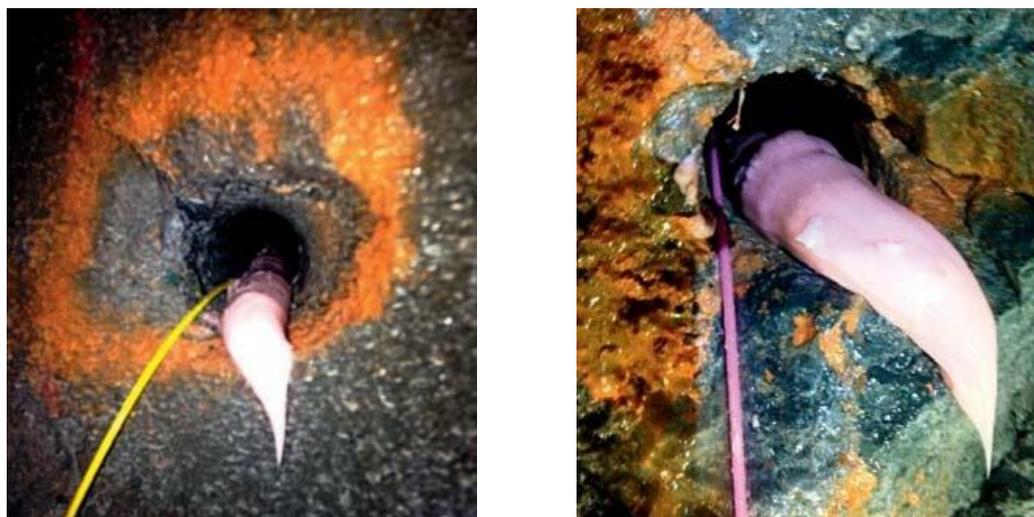


Рисунок 3 – Заряженные шпуры диаметром 54 мм по технологии String Loading с расходом продукта 0,6 кг/п.м. (слева) и расходом продукта 1,2 кг/п.м.

Одной из самых эффективных технологий, как показала практика применения, является технология String Loading (рисунок 3), подразумевающая создание колонки заряда ЭВВ с помощью специального отводчика зарядного шланга. Рассмотрим особенности использования данной технологии на одном из зарубежных проектов компании Orica.

Возможности технологии String Loading были показаны на проекте «Лиантанг» (Гонконг) при проходке тоннеля. ЭВВ, заряженные по технологии String Loading были использованы для 4-х взрывов (таблица 3).

Таблица 3 – Технические параметры опытно-промышленного взрыва

Номер взрыва	1	2	3	4
ID взрыва	MVC-024	MVC-025	MVC-026	MVC-027
Дата	18.08.2015	19.08.2015	20.08.2015	21.08.2015
Диаметр шпуров для контурного взрывания, мм	48	48	54	54
Диаметр шпуров, мм	54	54	54	54
Число шпуров по периметру, заряженных по технологии String Loading	9	14	21	25
Число шпуров по второму ряду, заряженных по технологии String Loading	0	0	7	12
Количество заряженного ЭВВ шпура по периметру, кг/п.м.	0,6	0,6	0,6	0,6
Количество заряженного ЭВВ шпура по периметру второго ряда, кг/п.м.	1,2	1,2	1,2	1,2
Шашка, использованная для инициирования	патрон эмульсионный	Pentex D		
Плотность пробы в кружке в шпурах по периметру через 30 мин., г/см ³	0,83	0,89	0,69/0,74	0,71
Плотность пробы в кружке в остальных шпурах через 30 мин., г/см ³	1,01/0,98	1,00/0,99	0,99/0,97	0,95
Температура продукта, °С	30	30	30	30

Число шпуров, заряженных по технологии String Loading увеличивали с 9 на первом взрыве до 37 шпуров на четвертом взрыве. Число шпуров, заряженных по упомянутой выше технологии, увеличивали поэтапно, согласно утвержденной программе испытаний. Параметры каждого взрыва можно увидеть в табл. 1. После первого взрыва число контурных шпуров, заряженных рассредоточенным ЭВВ, было увеличено с сохранением остальных параметров взрыва. Перебор породы (законтурное разрушение) от первого и второго взрывов было значительным, поэтому было принято решение об изменении диаметра шпуров с 48 до 54 мм с сохранением массы заряда при этом 0,6 кг/п.м. Также было принято решение об использовании второго, амортизирующего ряда шпуров с зарядкой по технологии String Loading 1,2 кг/п.м. для третьего и четвертого взрывов (рисунок 4).



Рисунок 4 – Первый взрыв (MVC-024), заряженный рассредоточенным по длине зарядом 0,6 кг/п.м.; четвертый взрыв (MVC-027) часть периметра справа заряжена ЭВВ по технологии String Loading 0,6 кг/п.м. и 1,2 кг/п.м., соответственно

Итоги проведенных 4-х взрывов доказали, что технология String Loading позволяет практически исключить перебор породы со снижением законтурного разрушения массива горных пород (рисунок 5 и 6).

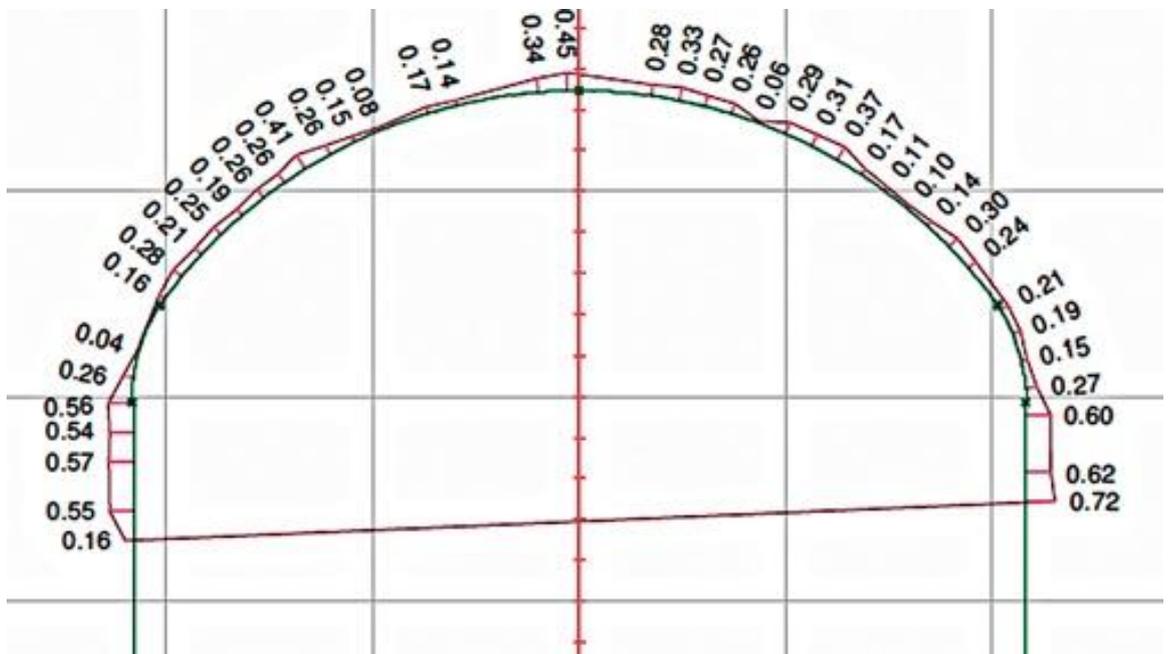


Рисунок 5 – Профиль сечения тоннеля «Лиантанг»: результаты 1-го взрыва (MVC-024);

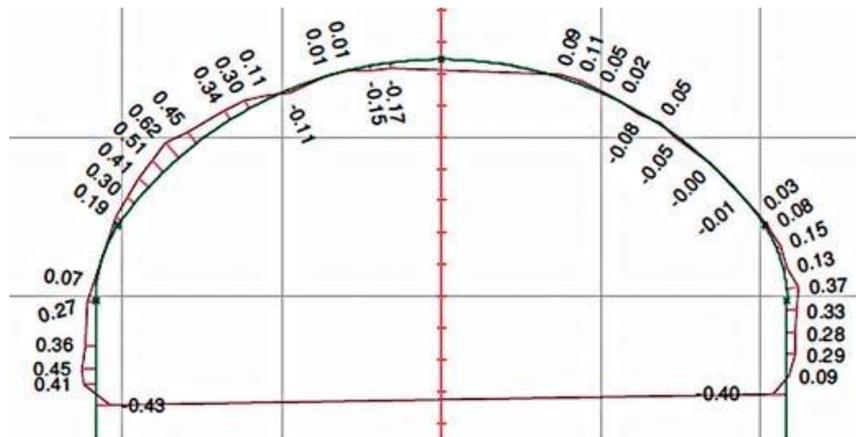


Рисунок 6 – Профиль сечения тоннеля «Лиантанг»: результаты 4-го взрыва (MVC-027)

Опытно-промышленные испытания контурного взрывания с использованием ЭВВ на Кировском руднике (АО «Апатит») В настоящее время на подземных рудниках АО «Апатит» полностью завершён переход к использованию ЭВВ, а также оборудования для доставки, перегрузки, заряжания в проходческих и очистных забоях [18]. Следующим закономерным шагом является повышение эффективности использования целого ряда возможностей ЭВВ в подземных условиях.

Одной из задач, поставленных АО «Апатит» перед специалистами компании Orica является совершенствование технологии проходки горных выработок с минимизацией законтурного разрушения массива горных пород с использованием рядового ЭВВ Subtek™. После тщательного анализа и ряда опытнопромышленных экспериментов компания Orica предложила АО «Апатит» протестировать технологию String Loading с отводчиком зарядного шланга (рисунок – 7), закрепляемого на корзине подземной смесительно-зарядной машины.



Рисунок 7 – Отводчик шланга, испытанный на подземных рудниках АО «Апатит»

В марте 2016 г. с использованием отводчика зарядного шланга (см. рис. 5) было заряжено 3 проходческих забоя на разных участках подземного рудника АО «Апатит». Все три забоя получили положительные оценки от специалистов заказчика в части сохранения кровли. После чего начался процесс согласования внедрения данного дополнительного оборудования, оценки условий его безопасного применения и др.

Официальные испытания отводчика зарядного шланга были проведены в период май-июнь 2016 г. К испытаниям, для лабораторной оценки сохранности контура методом реометрии, были привлечены сотрудники Кольского научного центра РАН. Также присутствовали ведущие инженеры отделов буровзрывных работ от АО «Апатит». По согласованной программе испытания носили сравнительный характер. В одной выработке (одинаковые условия) было совершено по три цикла проходки с применением: патронов ЗКВК, штатного заряжания ЭВВ Subtek™ на полное сечение шпура, а также заряжание по схеме String Loading с использованием отводчика зарядного шланга.

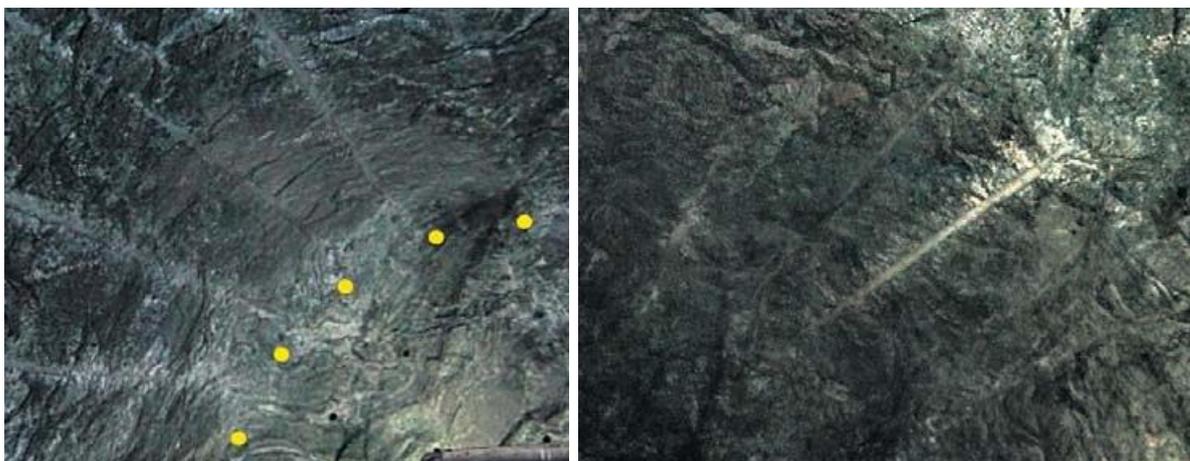


Рисунок 8 – Вверху — контур выработки после первого взрыва, заряженного рассредоточенным по длине зарядом 1,6кг/п.м.;
внизу — третий взрыв с теми же параметрами

После каждого взрыва, кровля выработки осматривалась, а также производилась реометрическая оценка разрушенности массива. При заполнении шпуров на неполное сечение было выполнено три взрывания. При взрывании шпуров, бойки забоя видны следов шпуров по всему контуру выработки (рисунок 8). Задачи, стоящие на текущем этапе:

- обучить персонал работе с отводчиком зарядного шланга;
- оценить эксплуатационные параметры отводчика зарядного шланга;
- пересмотреть и оптимизировать параметры буровзрывных работ при проходке горных выработок;
- уменьшить массу заряда в контурных шпурах;
- провести количественное сравнение объемов перебора при использовании String Loading в сравнении с использованием ЗКВК;
- передать отводчик в постоянное пользование заказчику.

Результаты испытаний схемы снижения законтурного разрушения массива.

Основные выводы по испытаниям:

1. Разработанный отводчик зарядного шланга позволяет формировать контурный заряд с заполнением шпура на 30–70% его сечения;

2. При заполнении шпуров на неполное сечение обеспечивается гладкий откол по всему своду выработки.

3. Скорость детонации контурного заряда составляет 4782–4800 м/с, что соответствует зарядам данного типа и укладывается в рамки, заявленные в технических условиях.

4. Разработанный отводчик зарядного шланга и технология контурного взрывания с заполнением шпуров на неполное сечение могут быть допущены к постоянному применению.

5. Реометрические измерения в скважинах законтурного массива показали, что на расстоянии до 0,6 м от свода выработки значительных трещин в массиве не обнаружено.

Опыт использования технологии String Loading – системы распределения ЭВВ с помощью отводчика шланга – показал целый ряд преимуществ, в том числе:

- повышение эффективности проходки подземных горных выработок, сокращение времени заряжения забоя, а также потребности в трудовых ресурсах;

- энергетический уровень ЭВВ может настраиваться в зависимости от свойств горной породы в забое и паспорта бурения;

- отводчик зарядного шланга является удобным устройством для пользователя, обучение работе на нем занимает минимум времени и не требует узкоспециализированных навыков.

По сравнению с обычным бризантным взрывчатым веществом типа ЗКВК или ЗМВ, можно выделить следующие преимущества:

- сокращение времени подготовки к взрыву;

- ЭВВ более экономически эффективно;

- меньше оборот и объем хранения бризантного взрывчатого вещества; - нет риска воздействовать на чувствительный продукт, оставшийся во взорванном массиве.

3 Разработка модели расчета параметров нагружения среды в ближней зоне взрыва

Ударная волна, преломившаяся в горную породу на границе раздела заряд -

горная порода, при дальнейшем распространении в ней очень быстро вырождается в волну напряжения с нерезким характером нарастания напряжения до максимального его значения.

Так как расстояние между шпурами при контурном взрывании относительно невелико, то для расчета радиальных и тангенциальных напряжений целесообразно воспользоваться методикой определения составляющих волны напряжения в ближней зоне взрыва

Теоретически показано, что характер затухания амплитуд волны напряжения для сред с трением происходит по следующим законам:

1) для случая сферической симметрии:

$$\sigma_r = \frac{c}{r^{2-\alpha^*}}$$

2) для случая цилиндрической симметрии:

$$\sigma_r = \frac{c}{r^{\frac{2-\alpha^*}{2}}}$$

Коэффициент, α определяется коэффициентом Пуассона ν по зависимости:

$$\alpha^* = \frac{\nu}{1-\nu}$$

Эксперименты с удлиненными зарядами конечной длины показывают, что коэффициент затухания при r , равный $n = 2 - \alpha^*/2$, реализуется на близких расстояниях от оси заряда, не превосходящих длины заряда. На больших расстояниях от него он ближе к случаю сферической симметрии, т.е. к значению $n = 2 - \alpha^*$. В зоне упругих деформаций коэффициент затухания приближается к единице.

Максимальное напряжение в волне, согласно экспериментальным данным, в случае плотного заряжения [77, 78] затухает с расстоянием,

примерно пропорционально относительному расстоянию $\bar{r} = r/R_{03}$ в степени в степени $n = 1,07$. Поэтому максимальное напряжение для указанного случая заряжения может быть оценено по приближенной зависимости:

$$\sigma_{r_{MAX}} = \sigma_{r_{MAX(зр\text{ макс})}} \cdot \frac{1}{r^{-1,03}}; \quad \sigma_{\phi_{MAX}} = (1 - 2\gamma^2) \sigma_{r_{MAX}}$$

где, $\sigma_{r \max(\text{зр. пат})}$ – давление в ударной волне на границе раздела заряд-порода. На основании изложенного подхода к расчету параметров волны напряжений была разработана программа расчета на ЭВМ.

3.1 Установление основных закономерностей влияния конструкции заряда на распределение динамических процессов в зарядной полости

На основании изложенной методики численного моделирования были рассчитаны параметры динамических процессов в зарядной камере при взрыве шпуровых зарядов.

На рисунке 9 приведена схема расположения расчетных точек для сплошной конструкции заряда (точка 2 соответствует местоположению патрона боевика), а также представлен расчетный график изменения давления на стенке шпура при взрывании без забойки. Расчеты производились для четырех точек, расположенных вдоль оси заряда. В шпур, длиной 2,5 метра, заряжался сплошной заряд гранулита АС-8; длина заряда составляла 2 метра.

Инициирование заряда рассматривалось прямое и обратное. Следует отметить, что при проведении горных выработок в основном применяется обратное инициирование.

Как показывают расчеты, на момент отражения волны от дна шпура при прямом инициировании, уровень давления в ней быстро снижается до квазистатического в придонной части шпура, а в предустьевой, остается несколько ниже, чем при обратном инициировании. В дальнейшем волновые процессы для обеих схем инициирования затухают достаточно быстро.

Нарушение одномерности распространения волн наблюдается лишь вблизи устья шпура за счет истечения, но это практически не сказывается на течении внутри шпура.

При уменьшении плотности различных ВВ характер истечения сохраняется при общем снижении уровня давления. Для гранулита АС-8 при изменении плотности все основные закономерности истечения сохраняются, параметры на фронте детонационной и сильной ударной волн выше, поскольку больше значение показателя адиабаты, но за счет меньшей теплоты взрыва снижение давления в шпуре и на ее стенках происходит быстрее.

На рисунках 2.7, 2.8 и 2.9 приведены расчетные конструкции заряда с расчетными точками, а также представлены графические зависимости изменения давления на стенке шпура во времени.

Анализ результатов показывает, что при наличии в шпуре забойки качественная картина – динамических процессов изменяется. После взаимодействия детонационной волны с глинистой забойкой параметры отражённой ударной волны, распространяющейся ко дну скважины, сравнимы с параметрами детонационной волны. Давление на торец забойки незначительно отличается от давления на стенке шпура вблизи забойки и резко снижается на выходе по мере ее выноса. Ударная волна испытывает многократные отражения от дна скважины и от забойки, при этом амплитуда

волны достаточно медленно снижается, а квазистатический уровень давления в скважине несколько увеличивается.

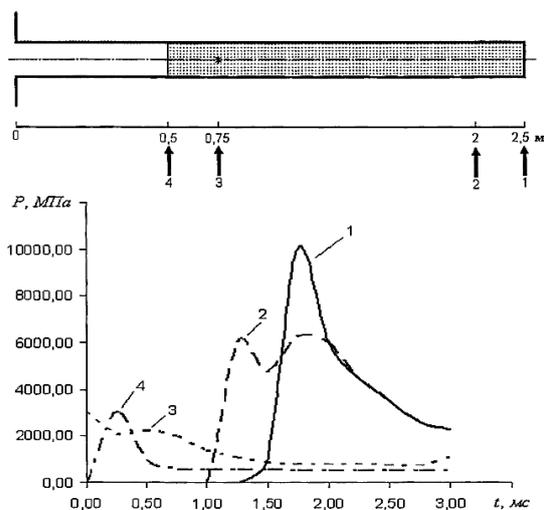


Рисунок 9 – Конструкция заряда без забойки при прямом способе инициирования и расчетный график изменения давления на стенке шпура при взрывании без забойки при прямом способе инициирования: соответственно по длине заряда в точках 1,2,3,4

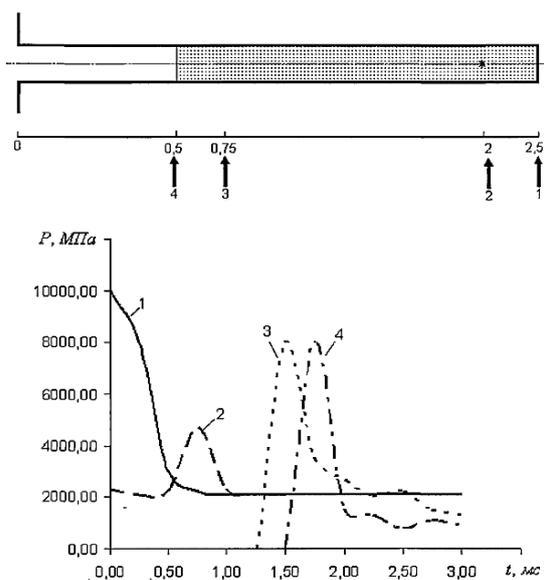


Рисунок 10 – Конструкция заряда без забойки при обратном способе инициирования и расчетный график изменения давления на стенке шпура при взрывании без забойки при обратном способе инициирования: соответственно по длине заряда в точках 1,2,3,4

Отметим также, что изменение длины заряда при неизменном диаметре шпура, или скорости детонации при сохранении отношения диаметра заряда к длине шпура, приводит лишь к изменению временных характеристик при сохранении всех качественных особенностей развития газодинамических процессов.

Таким образом, если ввести коэффициент динамического воздействия импульса взрыва на массив заряда без забойки и принять его за единицу, то этот коэффициент для зарядов с профилированной забойкой и песчано-глинистой забойкой будет равен - 1,44 и 1,22 соответственно. Полученные коэффициенты действия импульса взрыва позволяют корректировать расчеты удельного расхода зарядов различных конструкций.

Анализ динамических процессов, протекающих во взрывной полости шпурового заряда позволил установить закономерности изменения давления на стенки взрывной камеры от вида применяемой забойки, что дает возможность регулирования нагружения массива горных пород при ведении взрывных работ за счет выбора конструктивных параметров шпуровых зарядов. Аналитическое исследование динамических процессов в зарядной полости показывает, что изменение длины заряда при неизменном диаметре шпура, или скорости детонации при сохранении отношения диаметра заряда к длине шпура, приводит лишь к изменению временных характеристик этих процессов при сохранении всех качественных особенностей.

4 Разработка конструкции заряда и технологии ведения взрывных работ, обеспечивающих сохранность законтурного массива и качество дробления

На подземном руднике "Акбакай" проходка выработок, отбойка руды в блоках производится буровзрывным способом.

Для бурения шпуров в горизонтальных забоях применяются перфораторы ПП-63 и РНQ220 на пневмо - подержках П-1 и П-2 диаметр шпура 40мм., а также применяется самоходная буровая установка Boomer 281, Boomer 282, Boomer 282, Boomer T1D, Boomer S1D, производства компании Atlas Copco, диаметр шпура 45мм.

Забои восстающих выработок, дучки и вертикальные расщелины обустраиваются телескопическими перфораторами ПТ-48, РНQ220, с применением вертикального проходческого комплекса «Алимак» и КПВ(Н).

Для горизонтального бурения при очистных работах применяется буровая установка S-36, установленная на специальном полке вертикального проходческого комплекса «Алимак». Для бурения веерных и параллельных скважин с поэтажных штреков планируется применять установку Simba Junior оборудованную пневматическим перфоратором BBC 120F с податчиком BMS 46S и буровым станком Boomer T1D с податчиком типа ВМН, диаметр скважины 54-57мм, данное оборудование закуплено и ожидается в I квартале 2013г.

Бурение шпуров производится согласно паспортов БВР, утвержденных главным инженером рудника.

В качестве ВВ на подземных работах применяются: аммонит 6ЖВ диаметром 32 мм, гранулит А-6 на основе аммиачной селитры, Senatel Magnum диаметром 34-50мм., и Senatel Powerfrag диаметром 34-50мм., производства компании АО «Орика-Казахстан».

Способ взрывания – электрический. В качестве источника тока используется взрывные машинки ПВЗ-1700=2,3 позволяющие сразу производить проверку целостности электровзрывной сети. Разрешенная емкость пункта хранения согласно паспорта склада ВМ. В пункте хранения круглосуточно находятся раздатчики ВМ, по одному человеку в смену.

В течении 2012 года выполнены ряд мероприятий по совершенствованию взрывного дела:

- проверены знания «Правила промышленной безопасности при взрывных работах» у взрывперсонала, имеющего доступ к ВМ с участием госинспектора по ЧС и гортехнадзора.

4.1 Разработка методики расчета параметров буровзрывных работ с учетом влияния горного давления

Приведено решение задачи о горном давлении, учитывающее проведение буровзрывных работ в горизонтальных выработках при наличии запредельной зоны. Это решение получено на основе известных

экспериментальных зависимостей модуля упругости и предела прочности на сжатие от расстояния до центра выработки. Предложен алгоритм решения задачи о горном давлении явным методом конечных разностей в горизонтальных горных выработках с учетом снижения механических характеристик массива после буровзрывных работ при наличии запредельной зоны. Предложен полуэмпирический метод определения максимального и минимального давления на крепь, а также определения параметров крепи. Обосновано введение полуэмпирических коэффициентов, которые используются в полученном полуэмпирическом методе. Получены значения этих коэффициентов для неглубоких горизонтов на примере условий ОАО «Ново-Широкинский рудник». Предложена гипотеза о том, что упрочнение выработки после образования запредельной зоны приводит к упругой разгрузке массива. Решена задача о горном давлении, в случае упрочнения пород вблизи контура выработки, на основании этой гипотезы. Для оценки эффективности проведения упрочнения выработки предложен коэффициент запаса прочности пород вблизи контура выработки.

Ключевые слова: горное давление, запредельная зона, горизонтальная выработка, цементация, искусственное упрочнение массива, программа для ЭВМ, явный метод конечных разностей.

Технологические воздействия (буровзрывные работы, искусственное упрочнение приконтурного массива после проведения выработки и т.д.) учтены в постановках задач в отсутствие запредельной зоны, что снижает общность решения задач о горном давлении. В неустойчивых горных породах эта зона образуется. Поэтому целесообразно для таких условий получить возможность расчета горного давления и параметров крепей выработок при наличии технологических воздействий.

В работах авторов: А.М. Алимжанова, Б.А. Картозии, А.Н. Шашенко, А.Н. Ставрогина, А.Г. Протосени, Н.С. Булычева, Ж.С. Ержанова, А.В. Солодянкина, Н.П. Немчина, Е.А. Сдвижковой, С.Н. Гапеева, В.А. Дрибана, И.М. Петухова, А.М. Линькова и др., приведены аналитические и численные решения задачи о горном давлении с несколькими зонами деформирования, но ничего не говорится о технологических воздействиях (буровзрывные работы, искусственное упрочнение приконтурного массива после проведения выработки).

В книгах [19, 20] приводится аналитическое решение задачи о горном давлении с учетом технологических воздействий. Но это решение не учитывает наличие запредельной зоны деформирования.

Учет различного вида технологических воздействий, наличие в расчетной схеме запредельной зоны и применение полуэмпирического метода позволит оценить давление на крепь в неустойчивых породах горизонтальных одиночных выработок при наличии запредельной зоны.

Запредельная зона или неупругая зона деформаций может возникать в массиве горных пород вследствие изменения напряженного состояния при проходке выработки.

Для решения задачи о горном давлении в наших работах используется расчетная схема, приведенная на рис. 1 и рис. 2. Гладкие кривые на рис. 1 и рис. 2, получены экспериментальным путем из испытаний на жестком прессе образцов горных пород А.Н. Ставрогиным. В монографии А.Н. Шашенко [21] приведена такая же схема, и отмечается, что она соответствует современному представлению о структуре запредельной зоны. В зависимости от аппроксимации кривых на рис. 1 различаются модели деформирования выработки различных авторов. Мелким пунктиром на рис. 1 обозначена наша аппроксимация экспериментальных кривых.

В соответствии с этой аппроксимацией по рис. 1 и рис. 2 выделяются следующие области: I – упругая зона, II – зона постепенного уменьшения прочности и постепенного увеличения разрыхления, III – зона предельного разрушения при $\sigma_{ост} = \sigma_{пр}$ ($\sigma_{пр}$ – значение предела прочности, после предельного разрушения массива), IV – Зона предельного разрыхления при $\theta = \theta_{пр}$.

На рисунках 11 и 12 приняты следующие обозначения:

- r_p – внешний радиус полностью разрушенной зоны;
- r_k – внешний радиус предельно разрыхленной зоны;
- q – давление, которое действует на бесконечности;
- r^* – радиус границы упругой и неупругой зон; предельно разрыхленной зоны;
- p – отпор крепи, который действует на контуре выработки;
- k_t – количество точек в неупругой зоне.

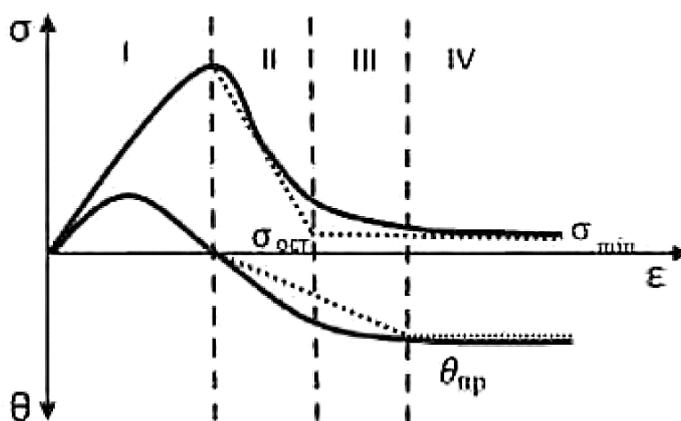


Рисунок 11 – Диаграммы напряжение – деформации – объемное расширение и их аппроксимация

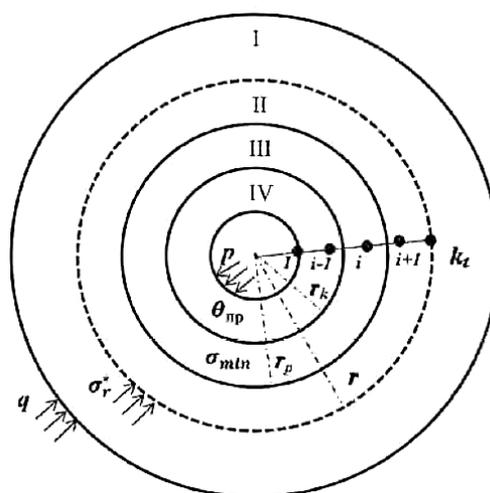


Рисунок 12 – Схема неупругих зон

4.2 Определение напряженно-деформированного состояния массива для слабых пород в горизонтальных выработках, проведенных буровзрывным способом

Для учета неоднородности возникающей после проведения буровзрывных работ использовались известные зависимости для модуля упругости и предела прочности на сжатия от радиуса приведенные в книге В.И. Баклашова [20].

4.3 Применение контурного взрывания при проходке горизонтальных горных выработок

Применение контурного взрывания при проходке горизонтальных горных выработок, приведет к повышению устойчивости законтурного массива, что позволит безопасному ведению горных работ, достичь нужного экономического эффекта и оптимизировать производственные затрат, уменьшение горно-подготовительных и горно-нарезных работ, увеличение скорости проходки за счет высокоточной реализации расчета параметров паспорта буровзрывных работ [31].

При проведении горизонтальных горных выработок взрывные работы разделяют на два вида – обычное и контурное взрывание. При использовании обычного метода взрывания, фактические контуры выработок, в основном не соответствуют проектным, с чрезмерным нарушением законтурного массива, которая влияет на безопасное ведение горных работ в призабойном пространстве. Трещины, появившиеся за счет динамического разрушения массива, источник образования вредных газов. Несоответствие размеров раздробленных пород, увеличивает объем горно-подготовительных и горно-нарезных работ, к большому перерасходу материалов крепи.

Контурное взрывание, это способ производства взрывных работ, при котором достигается максимальное приближение фактического профиля

выработок и выемок к проектному при соблюдении сохранности окружающего массива горных пород.

Преимущества контурного взрывания: а) уменьшается объём «переборов» породы за проектным контуром; б) повышается устойчивость откосов уступов, выемок и горных выработок, что позволяет снизить затраты на их поддержание и ремонт в процессе эксплуатации; в) уменьшается расход материалов при возведении крепи, а в достаточно устойчивых породах удаётся применить более экономичную набрызгбетонную крепь [32].

Недостатки контурного взрывания: некоторое повышение объёма буровых работ и необходимость более строгого контроля за расположением и направлением шпуров в процессе бурения.

При разработке месторождений одним из важных вопросов является обеспечение устойчивого состояния выработок и их элементов как на открытых, так и на подземных горных работах. Особого внимания заслуживает вопрос формирования поверхностей разрыва с применением метода контурного взрывания с образованием отрезной щели. Учитывая, что современная глубина разработки многих месторождений достигает 500 м и более, а качественная постановка выработок и их элементов в предельное положение значительно снижает оползневые явления, то исследования в этой области являются достаточно актуальными.

Контурное взрывание под названием «гладкое взрывание» (smooth wall blasting) начали применять с 50-х годов в Швеции, где его использовали при проходке горных выработок. В более широком масштабе оно было применено в 1952 – 1953 гг. при строительстве гидротехнических сооружений в Онтарио (Канада). Технология, использующая экранированное взрывание (cushion blasting) канадского происхождения, разработана в начале 60-х годов. Суть технологии заключается в бурении и взрывании скважин с уменьшенным зарядом взрывчатого вещества (ВВ) вдоль линии контура выработки после зарядов рыхления. Наиболее эффективная технология контурного взрывания – метод предварительного щелеобразования (МПЩ), который был успешно применен в 1959 г. при взрывании скальных пород на строительстве Ниагарского энергетического комплекса (США). Суть метода заключается в предварительном образовании плоскости отрыва в массиве по контуру выработки перед началом обурирования и взрывания зарядов рыхления по всей площади сечения выработки [31]. Впервые комплексное решение по количественным расчетам было предложено Р.С. Пейном, Д.К. Холмсом, Х.Е. Кларком [32]. Оно заключалось в определении оптимальной массы заряда ВВ с учетом его свойств в шпуре на основе установления давления газов, при котором происходит превышение показателя предела прочности породы на сжатие. Вследствие этого образуется минимальная зона разрушения законтурного массива.

В настоящее время этот метод достаточно широко используется. Для зарядов в оконтуривающих шпурах (скважинах) применяют низкобризантные ВВ, чтобы сократить тыловое разрушение законтурного массива, а рост трещины отрыва в нужном направлении сделать более предсказуемым.

Применение данного подхода позволяет снизить трещинообразование в законтурном массиве, повысить устойчивость откосов уступов, выемок и горных выработок, уменьшить объем переборов породы за проектным контуром, снизить затраты на их поддержание и ремонт в процессе эксплуатации, уменьшить расход материалов при возведении крепи, а в достаточно устойчивых породах использовать более экономичную набрызг-бетонную крепь [33].

Несмотря на то, что контурное взрывание начали применять более 50 лет назад, определенная систематизация знаний в данном направлении практически не производилась, за исключением нескольких работ. В качестве одного из таких трудов можно отметить работу Шваненберга, который выделил четыре основных метода (рисунок – 13) [32].

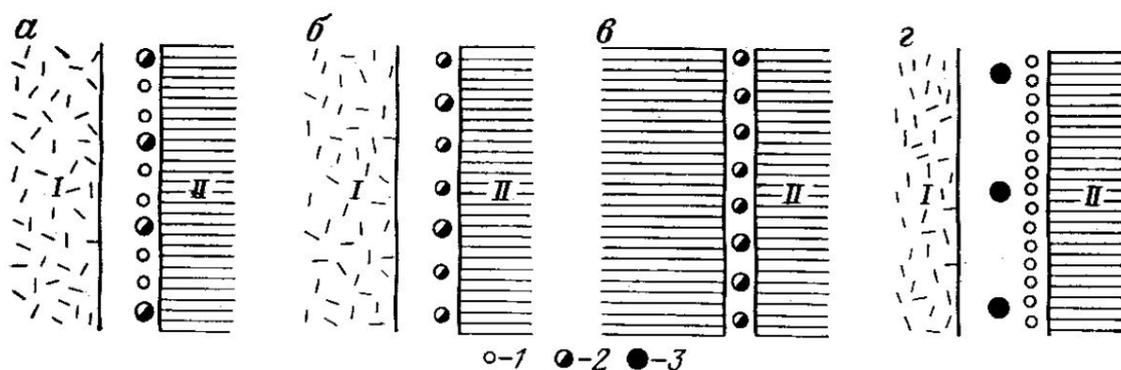


Рисунок 13 – Классификация методов контурного взрывания по Шваненбергу [32]: 1 – направляющие скважины; 2 – заряд с уменьшенной плотностью (облегченный); 3 – заряд нормальной плотности; I – массив, нарушенный взрывом рыхления; II – законтурный ненарушенный массив

На рисунке – 13 показаны варианты отбойки: с применением в контурном ряде (а, б, в), без применения ВВ в контурных скважинах (г).

Выделяются:

- экранированное взрывание cushionblasting (см. рис.13, а, б), суть заключается в применении скважинных зарядов с уменьшенной плотностью ВВ большого диаметра с забойкой, в основном при работах на поверхности;
- (smoothblasting) (рис.13, б) – скважинные заряды с уменьшенной плотностью ВВ, но меньшего диаметра, без забойки, используемые главным образом при проходке;
- предварительное щелеобразование pre-shearing, pre-splitting (см. рис.13, в);
- пробуренный ряд скважин без применения ВВ line-drilling (см. рис.1, г). При этом допускается, что в принципе разницы между методами cushionblasting и smoothblasting не существует. Таким образом, способы классифицируются по последовательности отбойки: после взрывания зарядов рыхления, (метод контурной отбойки); перед взрыванием зарядов рыхления (метод предварительного щелеобразования). Существует также и более

расширенная классификация [34], согласно которой формулировки следующие:

- I. Предварительное оконтуривание выработки:
 1. Без использования холостых шпуров или скважин.
 2. С использованием холостых шпуров или скважин.
- II. Последующее оконтуривание выработки:
 1. Продольными шпурами.
 2. Без использования воздушных промежутков:
 - а) при нормальном диаметре зарядов;
 - б) при уменьшенном диаметре зарядов.
 3. С использованием воздушных промежутков:
 - а) при нормальном диаметре зарядов;
 - б) при уменьшенном диаметре зарядов.
 4. Торцевыми шпурами.

Согласно представленным положениям классификации, в ней не учитывается применение забойки в конструкции заряда. Хотя она, за весьма редкими исключениями [35], оказывает значительное влияние на разрушение горных пород взрывом при любом методе ведения взрывных работ, а особенно при методе отбойки шпуровыми зарядами. Следовательно, при производстве контурного взрывания забойка также имеет определенное значение, однако в современных публикациях об этом практически нет сведений. Методика определения параметров контурного взрывания [36] позволяет рассчитать давление газообразных продуктов взрыва на стенки скважины и установить рациональные параметры зарядов отрезной щели, но при этом не учитывается применение забойки. В то же время, согласно [37], при увеличении силы трения между забоечным материалом и стенками камеры возрастает продолжительность запирания газообразных продуктов взрывчатого превращения. Следовательно, применение забойки может быть достаточно эффективным. При этом запирание газов возможно осуществлять с применением специальных забоечных устройств [38 – 39]. Это может быть контурный заряд с распорной забойкой.

Другим вариантом может быть подвесная скважинная забойка. Согласно [39], она может быть выполнена в виде цилиндра, диаметр которого соизмерим с диаметром скважины. Данный вариант забойки отличается тем, что диаметр цилиндра максимально приближен к диаметру скважины, цилиндр выполнен сплошным телом, установлен в скважину на глубину массива с интенсивной трещиноватостью, между зарядом и забойкой имеется воздушный промежуток, при этом нижний торец цилиндра выполнен скошенным, а верхний прикреплен веревкой к перекладине, расположенной над устьем скважины. Движение газов вдоль скошенной поверхности будет способствовать разворачиванию цилиндра по вертикальной оси, повышая турбулентность потока, что положительно отразится на дроблении горных пород.

Учитывая, что использование забойки и запирающих устройств в ряде случаев усложняет процесс подготовки массива к выемке буровзрывным

способом, то рациональную область применения целесообразно определять с учетом расположения зарядов в контурной ленте.

В настоящее время в области контурного взрывания существуют нерешенные пока задачи, которые представляют определенную научно-практическую значимость и являются актуальными. Решение этих задач целесообразно проводить комплексно на основе моделирования процессов контурного взрывания, используя и совершенствуя методику [6].

4.3 Обоснование применения метода контурного взрывания в условиях месторождения «Акбакай»

Повышение устойчивости законтурного массива - за счет оптимизации параметров БВР при проходке подземных горных выработок [32].

Обоснования эффективности применения контурного взрывания производилась на основе численного анализа путем определения зон возможных обрушении законтурного массива после техногенного воздействия. Для этого применялась программное обеспечение RS2, который определяет коэффициент запаса прочности пород методам конечных элементов (рисунок – 14).

Для перехода с прочностных свойств образца на массив, применялась программное обеспечение RocData. Физико-механические свойства пород обработаны, как и без учета контурного взрывания так и с учетом контурного взрывания. В таблице – 4 приведены обработанные физико-механические свойства пород, которые в свою очередь являются исходными данными для компьютерного моделирования в программе RS2.

Таблица 4 – Физико-механические свойства пород без учета контурного взрывания

№ домена	Исходные данные для Phase2					
	Результаты расчета в программе RocLab					
	Прочность на растяжение в массиве σ_p , МПа	Модуль упругости массива E, МПа	Угол внутреннего трения φ , град	Сцепление C, МПа	Коэф. Пуассона μ	Объемная масса γ , т/м ³
I	0,351	5758,3	44,2	1,53	0,31	2,71
II	0,381	5758,3	44,8	1,61	0,3	2,7
III	0,254	5758,3	41,8	1,27	0,3	2,7

Таблица 5 – Физико-механические свойства пород с учетом контурного взрывания

№ домена	Исходные данные для Phase2					
	Результаты расчета в программе RocLab					
	Прочность на растяжение в массиве σ_p , МПа	Модуль упругости массива E , МПа	Угол внутреннего трения ϕ , град	Сцепление C , МПа	Коэф. Пуассона μ	Объемная масса γ , т/м ³
I	0,671	17231,1	50,9	2,5	0,31	2,71
II	0,729	17231,1	51,5	2,65	0,3	2,7
III	0,486	17231,1	48,9	2,02	0,3	2,7

Внешний вид массива	Описание воздействия на массив	Предлагаемое значение D
	Отличное качество контурного взрывания или проходка с помощью <u>Tunnel Boring Machine (TBM)</u> , проходческих щитов с минимальным повреждением горного массива за контуром тоннеля	$D = 0$
	Механическая или ручная проходка выработок без взрывных работ в массивах плохого качества с минимальным нарушением массива за <u>контуром тоннеля</u> В тех случаях, когда низкая устойчивость массива приводит к необходимости поэтапного сооружения выработок секциями (как показано на фотографии), нарушения массива за контуром могут быть очень серьезными	$D = 0,5$
	Очень плохое качество взрывных работ при проходке выработок с существенным повреждением массива крепких пород на глубину 2-3 м за контуром	$D = 0,8$

Рисунок 14 – Физико-механические свойства пород, исходными данные для компьютерного моделирования в программе RS2

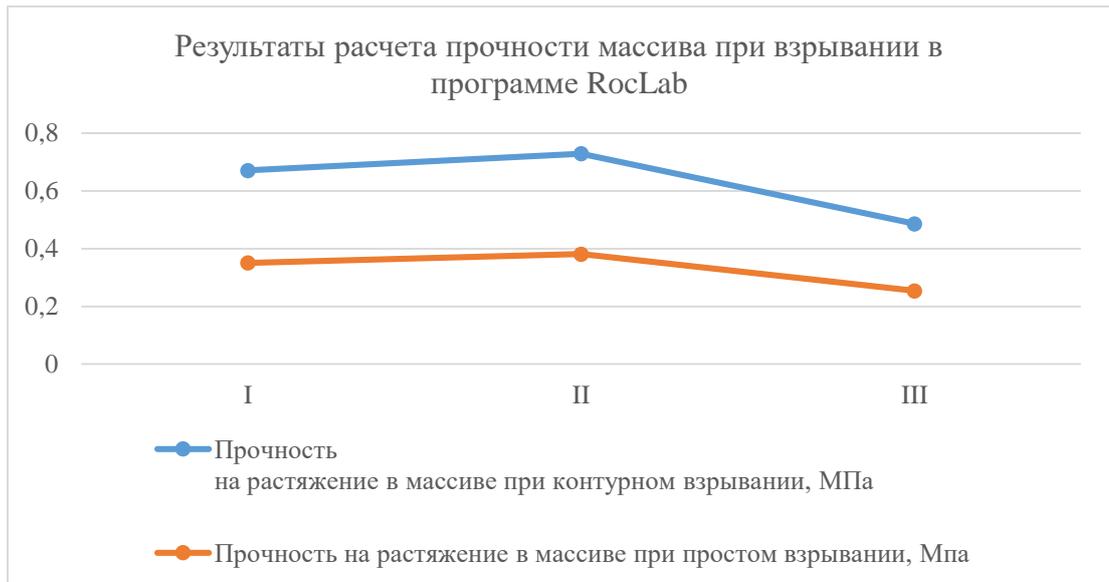


Рисунок 15 – Результаты расчета прочности массива при взрывании

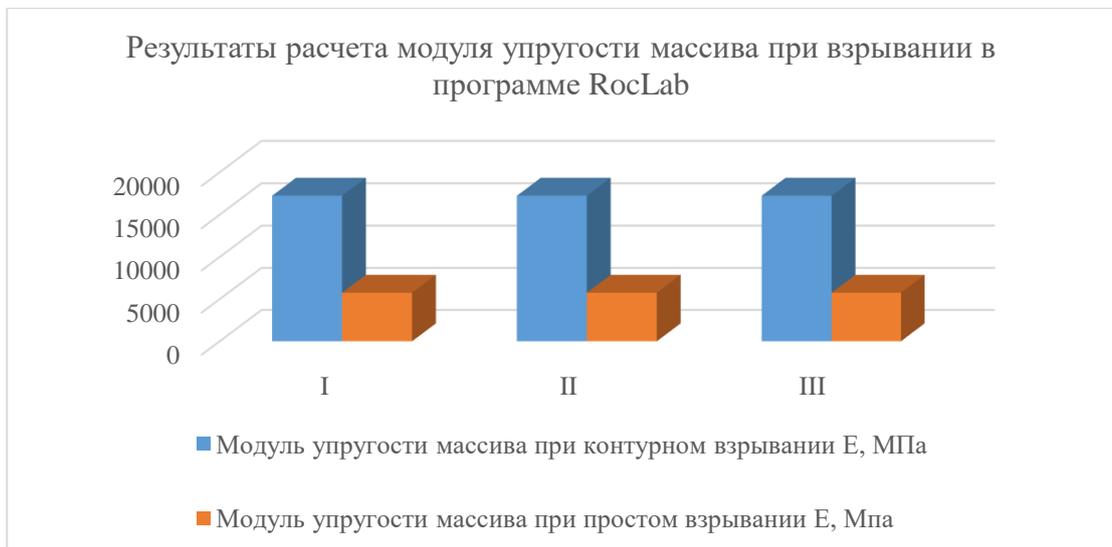


Рисунок 16 – Результаты расчета модуля упругости массива при взрывании

Выводы по результатам численного анализа. По результатам численного анализа следует предполагать, что в горно-геологических условиях месторождения «Акбакай» применение контурного взрывания целесообразно с точки зрения безопасности, за счет уменьшения возможных зон обрушения.

Разработка схемы зарядание контурных шпуров. На рисунке – 19 представлен Схема зарядания и расположение контурных шпуров и по паспорту БВР.

При проведении опытных взрывов расположения шпуров, их количества и глубина остались прежними. Изменилась схема зарядание контурных шпуров (показаны синим цветом).

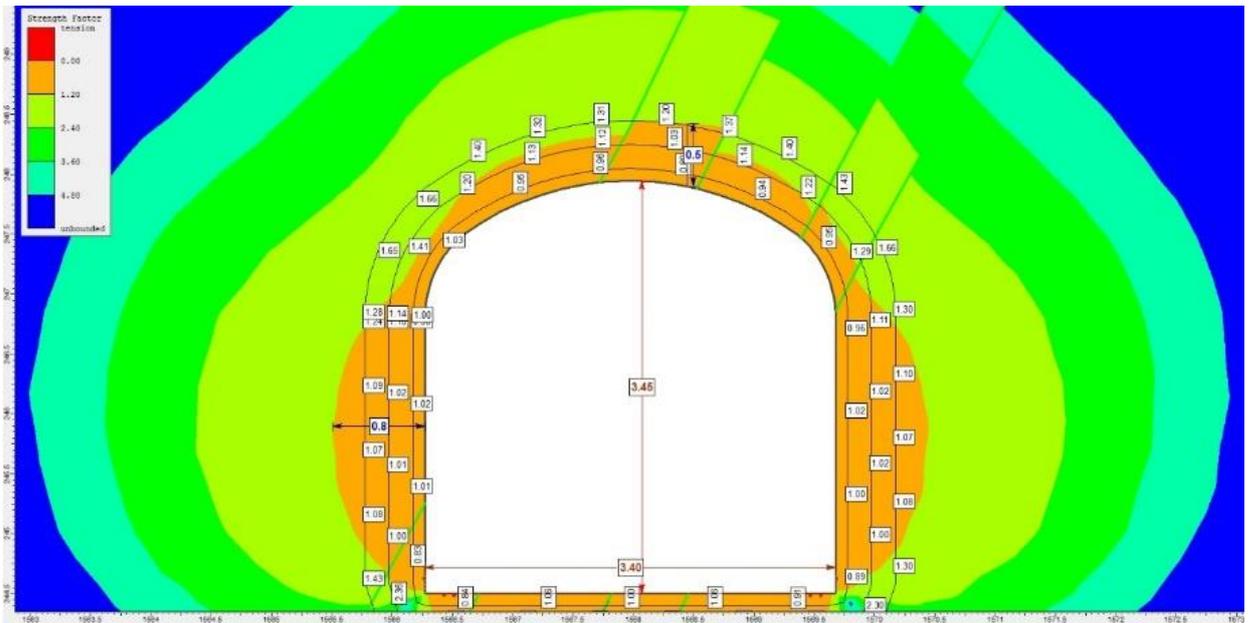


Рисунок 17 – Результаты численного анализа без учета контурного взрывания

По критериям программы все зоны с коэффициентами запаса прочности менее 1,2 относятся к неустойчивым.

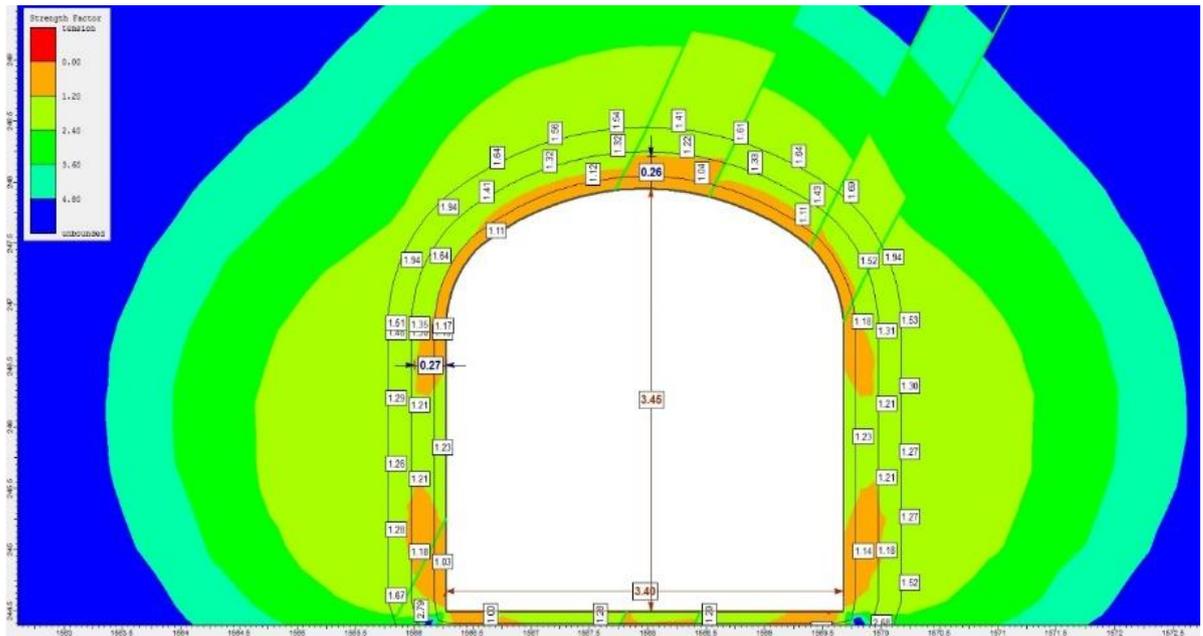


Рисунок 18 – Результаты численного анализа с учетом контурного взрывания

Схема заряжения контурных шпуров применяемые на сегодняшний день

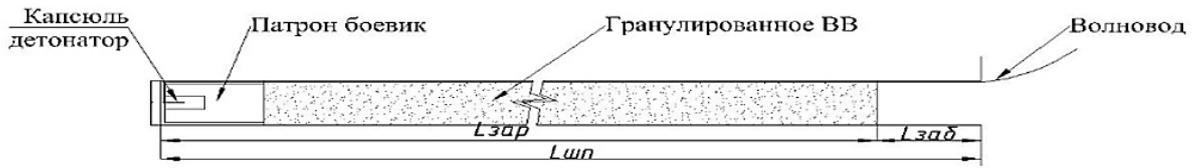


Схема заряжения контурных шпуров для опытного взрыва

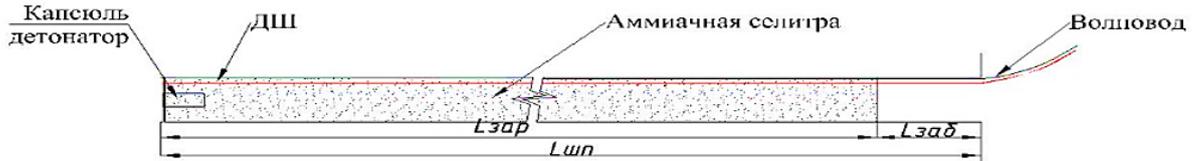


Рисунок 19 – Схема заряжение контурных шпуров для проведения опытных взрывов

ПАСПОРТ БВР
на проходку ГПР и ГНР $S=12 \text{ м}^2$

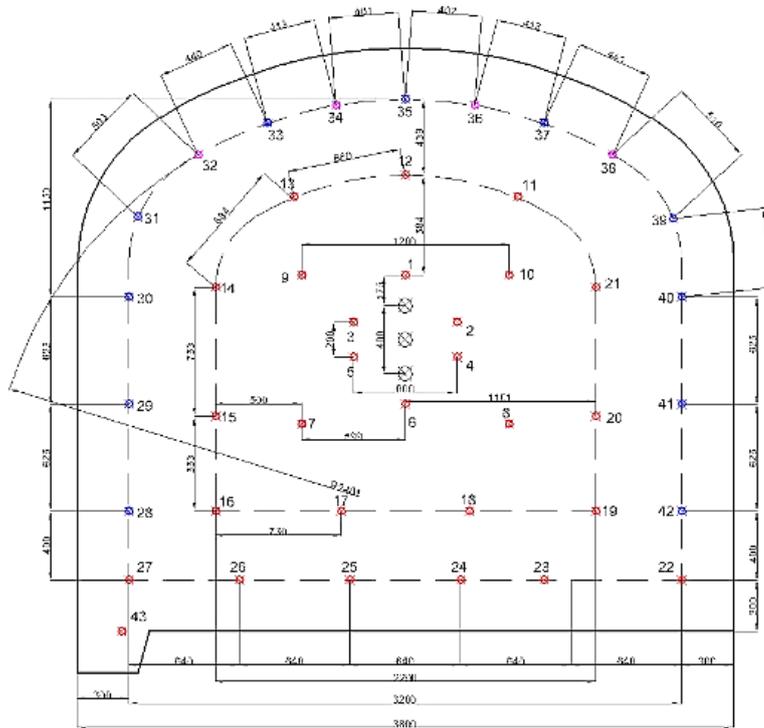


Рисунок 20 – Расположение контурных шпуров и по паспорту БВР

Результаты опытного взрыва показаны на рисунке 21.

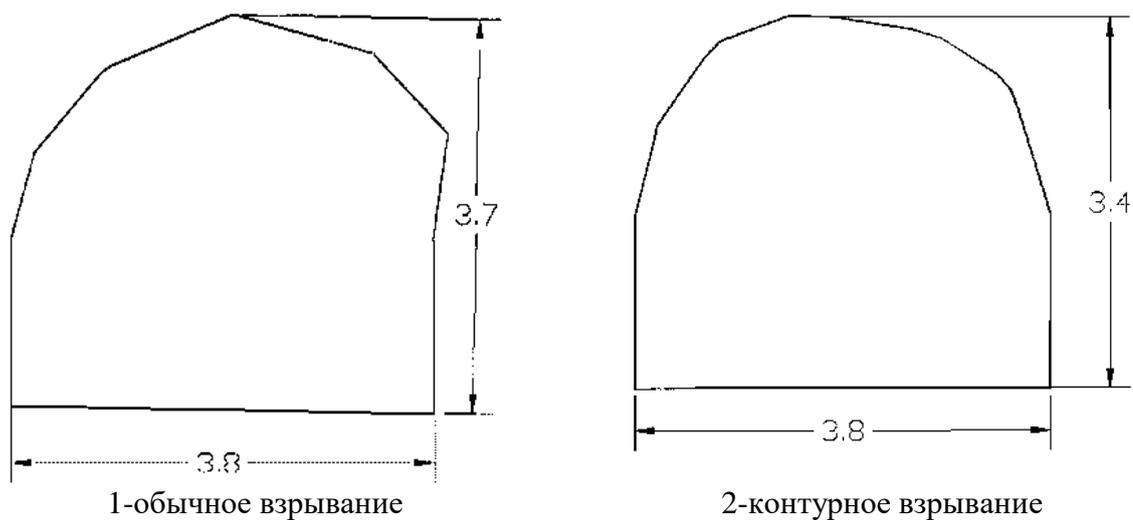


Рисунок 21 – Поперечные сечение выработки 11 запад ж. Бескемпир РАМП 1, до и после опытных взрывов

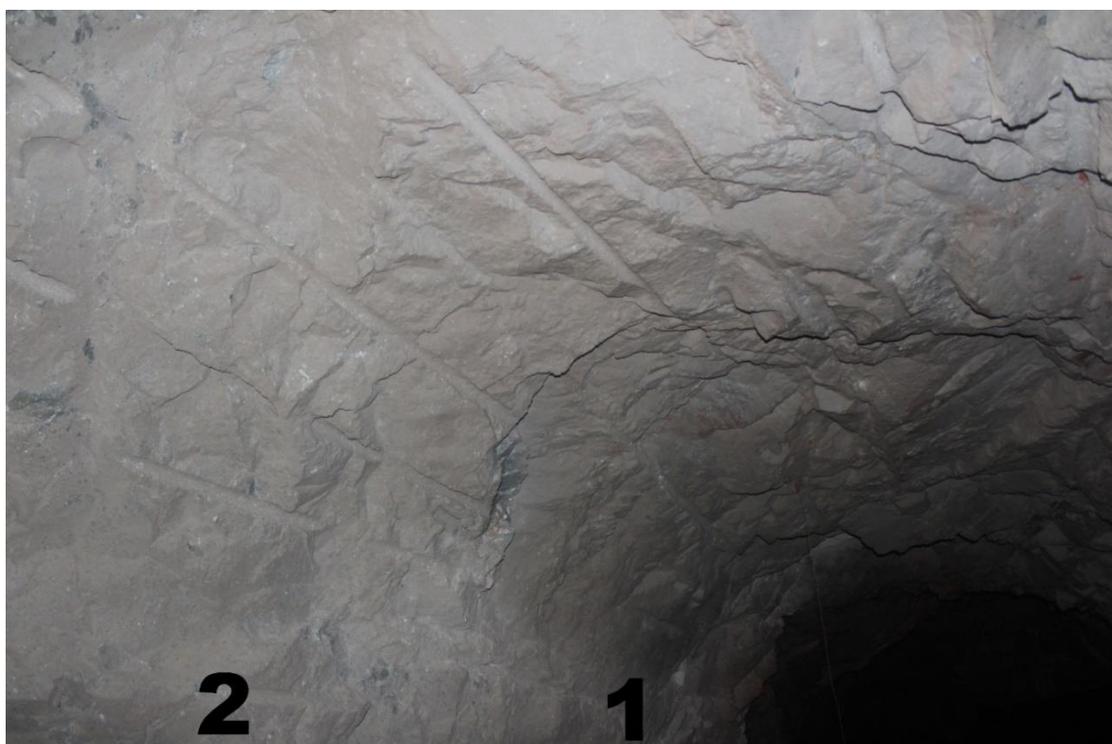


Рисунок 22 – Результаты опытного взрыва по кровле выработки (сравнительный снимок)

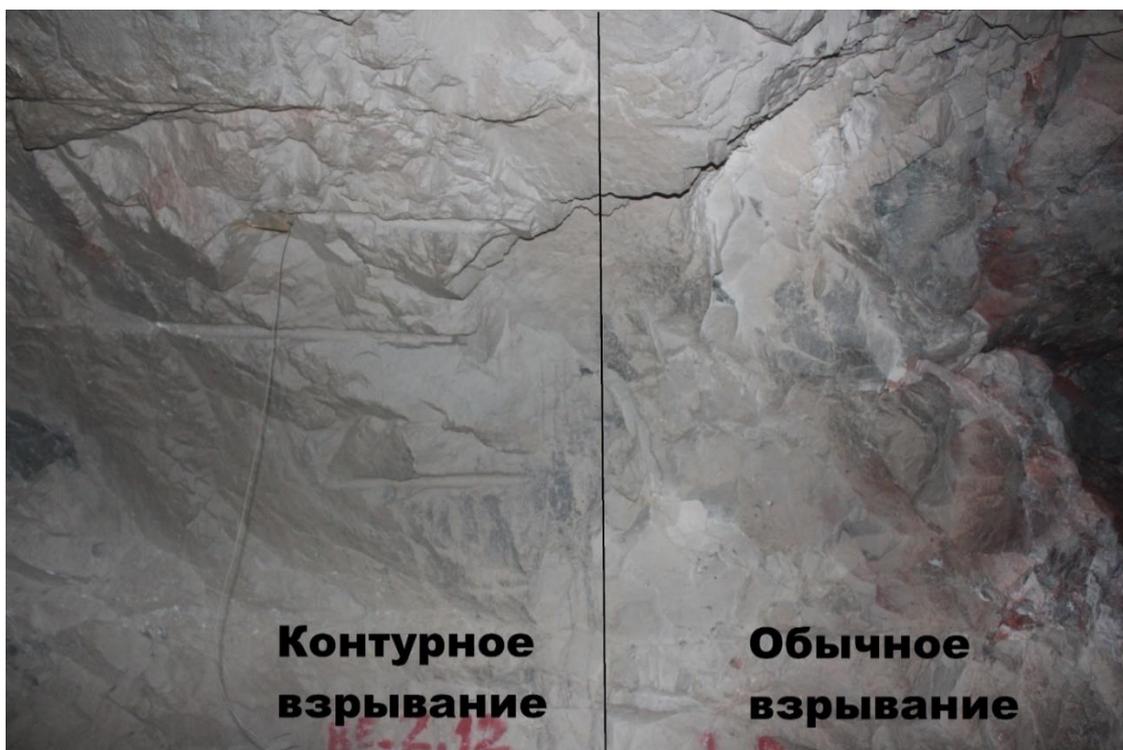


Рисунок 23 – Результаты опытного взрыва по бокам выработки



Рисунок 24 – Результаты опытного взрыва – кровля выработки при обычном взрывании



Рисунок 25 – Результаты опытного взрыва - кровля выработки при применении контурного взрывание

Контурное взрывание обеспечивает следующие преимущества по сравнению с общепринятым способом ведения буровзрывных работ: повышается устойчивость законтурных пород, что положительно влияет на безопасное ведение горных работ, особенно в призабайном пространстве; сокращается объем погрузке излишней породы, что дает экономию по погрузочно-транспортным работам; снижаются расходы по креплению; За счет уменьшения влияния силы взрыва на законтурный массив создается сравнительно гладкая поверхность боков и кровли выработок, что обеспечивает максимальное приближение к проектным контурам.

Примечание: Контурное взрывание требует высокоточную реализацию параметров, указанных в паспортах буровзрывных работ, т. е. надо точно размечать шпуров, а при бурении строго выдерживать углы наклона шпуров к поверхности забоя выработки.

4.4 Обоснование разработанной конструкции заряда и технологии ведения взрывных работ, обеспечивающих сохранность законтурного массива и качество дробления

Для разработки конструкции заряда и технологии ведения взрывных работ с целью обеспечения сохранности законтурного массива и качества дробления было решено сделать взрывы в специально выделенном опытном блоке гор. -44 м (520, штрека №15 запад-восток по жиле Пологая) при проходке выработки сечением – 12 м², которая вскрывается квершлагами, полевыми штреками, штреками подсечки по жилам и вент. восстающими.

Анализируя существующие паспорта БВР, предварительно нами были разработаны 3 паспорта БВР с разными параметрами. В процессе согласно схеме произвели, 3 опытных взрыва, в забое подэтажного штрека №15 запад-восток по жиле Пологая, гор.520м (отм.-44,0м), месторождения «Акбакай» и

установили, что самый оптимальный разработанный паспорт и взрыв №2 (Приложение И).

Выводы по результатам данных опытных взрывов показаны ниже в табличной форме в Приложении А и на рисунке 26.



Рисунок 26 – Показатели опытных взрывов

4.4.1 Обоснование экономической эффективности

Для паспорта БВР с сечением 12м² при ведении горно-подготовительных и горно-нарезных работах показано в таблице – 7.

Таблица 7 - Горно-подготовительных и горно-нарезных работ (Для паспорта БВР с сечением 12м² при ведении ГПР и ГНР Расход ВВ при текущем паспорте БВР)

Наименование	Ед.изм	Цена,тг	расход на 1 цикл	цена за 1 цикл
Аммонит 6ЖВ	кг	640	16,2	10368
ДШ	шт	130	5	650
Аммиачная селитра пористая (Игданит)	кг	145	106,9	15500,5
Аммиачная селитра марка "А"	кг	75	0	0
Искра	шт	550	39	21450
ЭД	шт	402	1	402
Диз.топливо	л	178	6,4	1142
Итого				49512,192

Таблица 8 – Расход ВВ при применении контурного взрывание

Наименование	ед.изм	Цена,тг	расход на 1 цикл	цена за 1 цикл
Аммонит бЖВ	кг	640	13,8	8832
ДШ	шт	130	37	4810
Аммиачная селитра пористая (Игданит)	кг	145	68	9860
Аммиачная селитра марка "А"	кг	75	42	3150
Искра	шт	550	39	21450
ЭД	шт	402	1	402
Диз.топливо	л	178	4,1	726,24
Итого				49230,24

Сумма разницы расхода ВВ за 1 цикл при текущем паспорте БВР и паспорте БВР с контурным взрыванием составило 282 тг.



Рисунок 27 - Расход ВВ на 1 цикл



Рисунок 28 – Стоимость по расходу ВВ на 1 цикл

Контурное взрывание обеспечивает следующие преимущества по сравнению с общепринятым способом ведения буровзрывных работ:

- повышается устойчивость законтурных пород, что положительно влияет на безопасное ведение горных работ, особенно в призабайном пространстве;

- сокращается объем погрузке излишней породы, что дает экономию по погрузочно-транспортным работам;

- снижаются расходы по креплению;

- За счет уменьшения влияния силы взрыва на законтурный массив создается сравнительно гладкая поверхность боков и кровли выработок, что обеспечивает максимальное приближение к проектным контурам.

Примечание: Контурное взрывание требует высокоточную реализацию параметров, указанных в паспортах буровзрывных работ, т. е. надо точно размечать шпуры, а при бурении строго выдерживать углы наклона шпуров к поверхности забоя выработки.

Выводы: Обоснована целесообразность применения контурного взрывания в условиях месторождения «Акбакай». По проведенным опытно-промышленным испытаниям, разработана схема зарядки контурных шпуров в целях уменьшения бризантности взрывчатого вещества, которая повысила устойчивость законтурных пород и обеспечила проектным контуром выработки. Оптимизированы промышленные затраты и достигнута необходимая экономическая эффективность применения контурного взрывания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе дано решение актуальной научно-технической задаче по обоснованию оптимальных параметров контурного взрывания при горнопроходческих работах, обеспечивающих повышение эффективности технологии проведения горных выработок на основе стабильного достижения заданных показателей, сохранение неизменным проектного контура выработки. Это дает основание схеме «массив-крепь».

Преимущества применения бризантных взрывчатых веществ при контурном взрывании – меньше оборот и объем хранения взрывчатого вещества; нет риска воздействовать на чувствительный продукт, оставшийся во взорванном массиве.

Контурное взрывание требует высокоточную реализацию параметров, указанных в паспортах буровзрывных работ, т. е. надо точно размечать шпуры, а при бурении строго выдерживать углы наклона шпуров к поверхности забоя выработки.

Обоснована целесообразность применения контурного взрывания в условиях рудника «Акбакай». По проведенным опытно-промышленным испытаниям, разработана схема зарядки контурных шпуров в целях уменьшения бризантности взрывчатого вещества, которая повысила устойчивость законтурных пород и обеспечила проектным контуром выработки. Оптимизированы промышленные затраты и достигнута необходимая экономическая эффективность применения контурного взрывания.

Промышленные испытания и внедрение разработанных рекомендации выполнены на руднике «Акбакай», при этом достигнуто существенное улучшение технико-экономических показателей проходки – средняя величина КИШ 0,87 (пределы 0,85-0,9), увеличение сечения не превышает 5-7% (при нормативном 10%)

По полученным результатам – фактический экономический эффект по руднику «Акбакай» за период испытания по буровзрывным работам составило 52 тысяч тенге.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУР

- 1 [https://ru.wikipedia.org/wiki/Акбакайское месторождение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Акбакайское_месторождение)
- 2 Барон Л. И., Ключников А. В., Контурное взрывание при проходке выработок, Л., 1967. – 204 с.
- 3 Кузнецов Г. В., Улыбин В. П., Контурное взрывание на открытых горных работах, М., 1968. – 189 с.
- 4 Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. –Ч. 1. Разрушение горных пород взрывом: Учебник для ВУЗов. –М.: Издательство «Горная книга», 2007. – 471 б.
- 5 Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. –Ч. 2. Взрывные работы в горном деле и промышленности: Учебник для ВУЗов. –М.: Издательство «Горная книга», 2008. – 512 б.
- 6 Ракишев Б.Р. Энергоемкость механического разрушения горных пород. –Алматы: Баспагер, 1998. –210 б.
- 7 Битимбаев М.Ж., Шапошник Ю.Н., Крупник Л.А. Взрывное дело: учебник / Ассоциация вузов РК. –Алматы: Print-S, 2012. –822 с.
- 8 Ерофеев И.Е. Повышение эффективности буровзрывных работ на рудниках. –М.: Недра, 1988. –271 б.
- 9 Тамбиев П.Г. Развитие взрывного дела в Республике Казахстан. – Алматы: «ART DO», 2017. –424 б.
- 10 Авдеев Ф.А., Барон В.Л., Гуров Н.В. и др. Нормативный справочник по буровзрывным работам. –М.: Недра, 1986. –511 б.
- 11 Барон Л.И., Хмельковский И.Е. Разрушаемость горных пород свободным ударом. –М.: Наука, 1971. –203 с.
- 12 Ракишев Б.Р., Машанов А.А., Абылдаев Э.К. Структура массива и деформируемость горных пород. –Алматы, 2011. –281 с.
- 13 Никифоровский В.С., Шемякин Е.И. Динамическое разрушение твердых тел. –Новосибирск, 1979. –272 с.
- 14 М.Н. Оверченко, А.Г. Луныков, И.А. Веселов, С.П. Мозер, С.А. Козырев, А.С. Сакерин. Снижение законтурного разрушения массива при проходке горных выработок с использованием эмульсионных взрывчатых веществ. Журнал "Горная Промышленность" №5 (129) 2016, стр.56. <https://mining-media.ru/ru/article/burovoe/11310-snizhenie-zakonturnogo-razrusheniya-massiva-pri-prokhodke-gornyx-vyrobotok-s-ispolzovaniem-emulsionnykh-vzryvchatykh-veshchestv>
- 15 М.Н. Оверченко, С.П. Мозер, Ф.И. Галушко, А.Г. Луныков. Развитие схем контурного взрывания для проходки подземных горных выработок // Сборник «Взрывное дело» №115/72, 2016 г., с. 202–214.
- 16 В.М. Доильницын, С.Г. Зерщиков, В.А. Ляшенко. Испытания зарядов мягкого взрывания на рудниках ОАО «Апатит» // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Выпуск № 12, том 4, 2007, с. 74–81.

17 А. С. Сакерин, Д. О. Константинов, С. А. Козырев, М. Н. Оверченко. Эмульсионные взрывчатые вещества, зарядное оборудование и взрывные технологии для подземных горных работ // Горный журнал, №10, 2014.

18 Игнатъев Е. Р. Повышение эффективности технологии проведения горных выработок в сложных горно-геологических условиях. Диссертация на соискание ученой степени канд.техн.наук. - Алматы, 2010. - 125 с.

19 Баклашов И.В., Картозия Б.А, Шашенко А.Н., Борисов В.Н. Геомеханика. Геомеханические процессы. Т. 2. – М.: Изд-во МГТУ, 2004. – 249 с.

20 Баклашов И.В. Геомеханика. Геомеханические процессы. Т. 1. – М.: Изд-во МГТУ, 2004. – 249 с.

21 Шашенко А.Н., Сдвижкова Е.А., Гапеев С.Н. Деформованість та міцність масивів гірських порід: Монографія. – Донецк: Національний гірничий університет, 2008. – 224 с.

22 Немчин Н.П. Решение осесимметричной задачи горного давления с несколькими неупругими зонами методом конечных разностей // Известия вузов. Горный журнал – 2010. – 1.

23 Немчин Н.П., Терентьев П.Ю. Горное давление в одиночных горизонтальных выработках-3.: программа для ЭВМ, свидетельство о государственной регистрации ¹ 2012616033. Правообладатель ФГБОУ ВПО ЗабГУ. Зарегистрирована 2 июля 2012 года в реестре программ для ЭВМ Федеральной службы по интеллектуальной собственности.

24 Немчин Н.П., Ветров С.В., Терентьев П.Ю. Горное давление в одиночных горизонтальных выработках-3и. Программа для ЭВМ: Свидетельство о гос. регистрации ¹ 2013618582.

25 Немчин Н.П., Жувак А.С. Геомеханическая характеристика капитальных и подготовительных выработок ОАО Ново-Широкинского рудника как основа для тестирования методов расчета давления на крепь // Вестник Читинского государственного университета. Приложение: Аспирант: труды молодых ученых, аспирантов и студентов. – 2011. – ¹ 2(10). – С. 106–114.

26 Немчин Н.П., Ветров С.В. Метод учета истории нагружения в решении задач упругости для одиночных горизонтальных выработок, проведенных буровзрывным способом // Вестник ЗабГУ. – 2013. – ¹ 6 – С. 39–47.

27 Немчин Н.П. Применение нелинейного программирования в технике и геомеханике. – Чита: ЧитГУ, 2009. – 202 с.

28 Немчин Н.П., Терентьев П.Ю. Оценка давления на крепь с помощью программы для ЭВМ «Горное давление в одиночных горизонтальных выработках-3» // Вестник ЗабГУ. – 2013. – ¹ 1 – С. 32–38.

29 Немчин Н.П., Терентьев П.Ю., Ветров С.В. Искусственное упрочнение после проведения одиночной горизонтальной выработки. Программа для ЭВМ. Свидетельство о гос. регистрации ¹ 2014660099, 2014 г.

30 Терентьев П.Ю., Немчин Н.П. Применение численных методов для расчета горного давления в горизонтальных выработках при наличии технологических воздействий. Рукописи, депонированные в издательстве «ГОРНАЯ КНИГА», 2015, стр.162-172.

31 Бротанек И. Контурное взрывание в горном деле и строительстве / И.Бротанек, Й.Вода. - М.: Недра, 1983. - 144 с.

32 Барон Л.И. Контурное взрывание при проходке выработок / Л.И. Барон, А.В. Ключников. - Л.: Наука, 1967. - 204 с.

33 Флягин А.С., Жариков С.Н. Контурное взрывание при разработке месторождений полезных ископаемых. Сетевое периодическое научное издание. Проблемы недропользования, №3, 2016 г. стр.70-73.

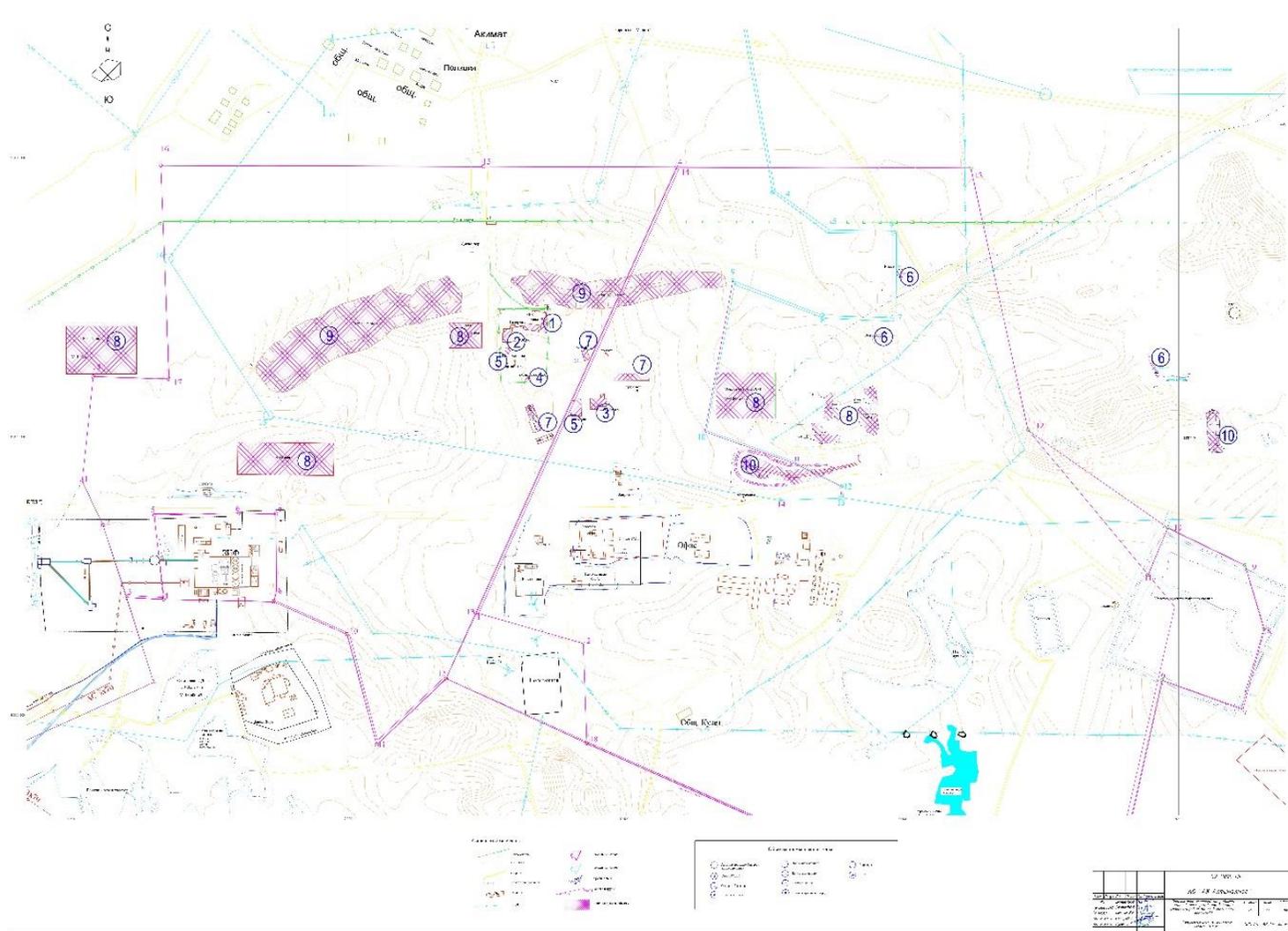
34 Оверченко М.Н., Луньков А.Г., Веселов И.А., Мозер С.П., Козырев С.А., Сакерин А.С. Снижение законтурного разрушения массива при проходке горных выработок с использованием эмульсионных взрывчатых веществ. Журнал "Горная Промышленность" №5 (129) 2016, стр.56-64.

35 Забуга В.С., Лукьянов В.Г.. Роль контурного взрывания в процессе проведения горизонтальных горных выработок. Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. Учредители: Сибирский государственный индустриальный университет (Новокузнецк). №15, 2013. Стр.53-55. ISSN:2311-9519.

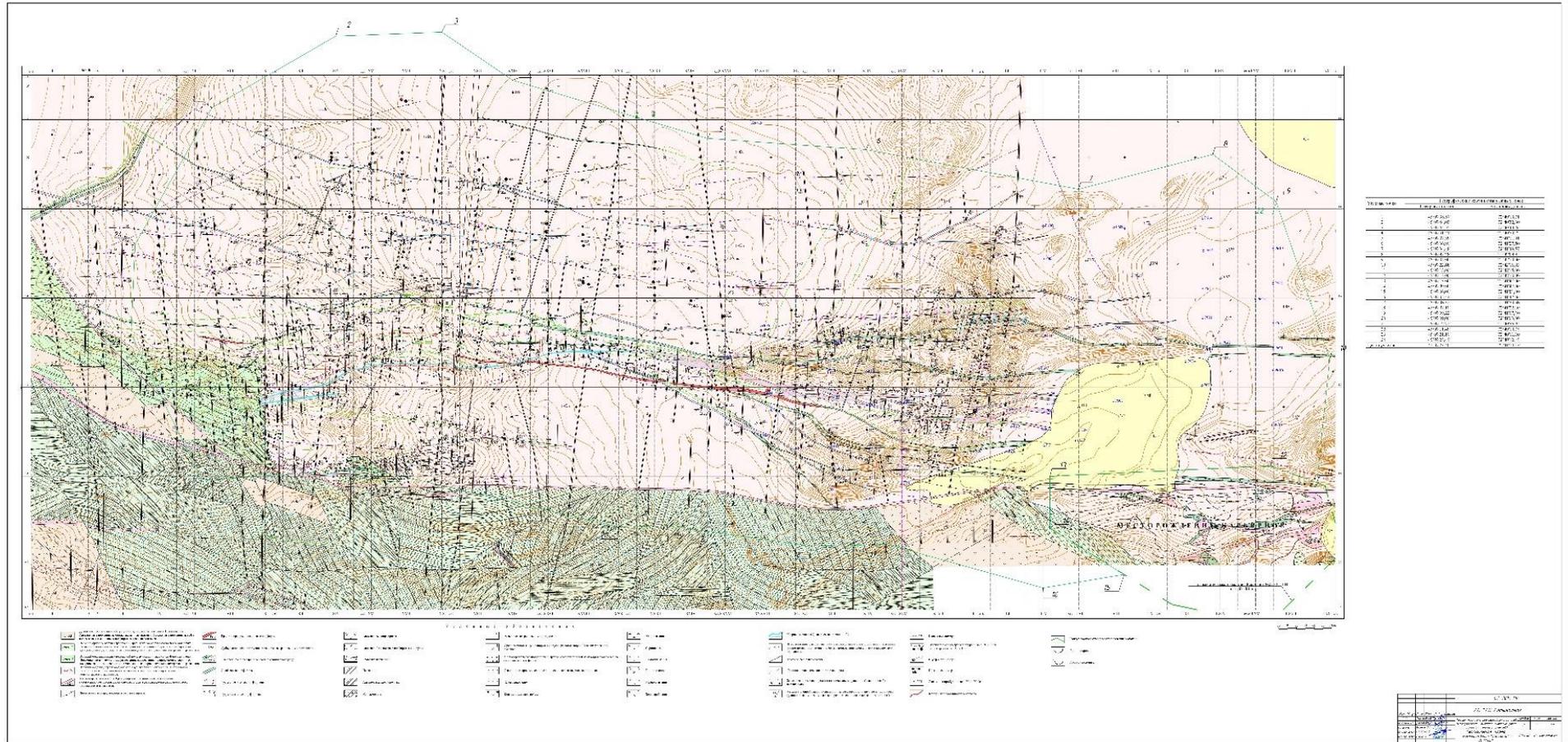
36 Парамонов Г.П., Артемов В.А., Ковалевский В.Н., Виноградов Ю.И.. Специальные взрывные технологии в геологии, горном деле, нефте- и газодобывающей отраслях: Учебное пособие / Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет) /СПб, 2004. 74 с. ISBN 5-94211-232-0

37 Табылганов А.М., Бектур Б.К., Сулайманова А.Г. Обоснование применения метода контурного взрывания в условиях месторождения «Акбакай». Сборник трудов Сатпаевского чтения. Алматы, 2021. стр.714-718. ISBN 978-601-323-247-1.

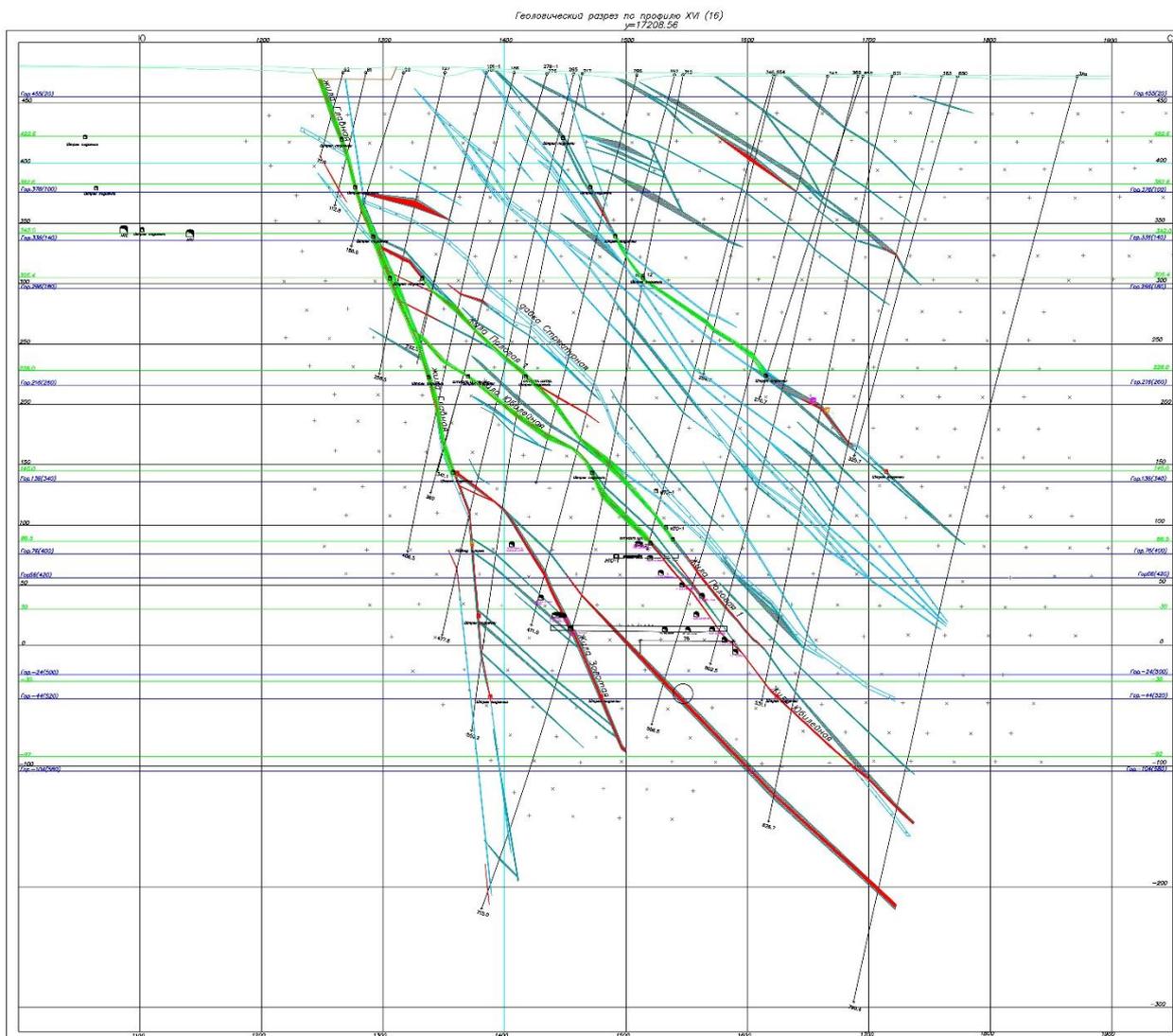
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН РУДНИКА



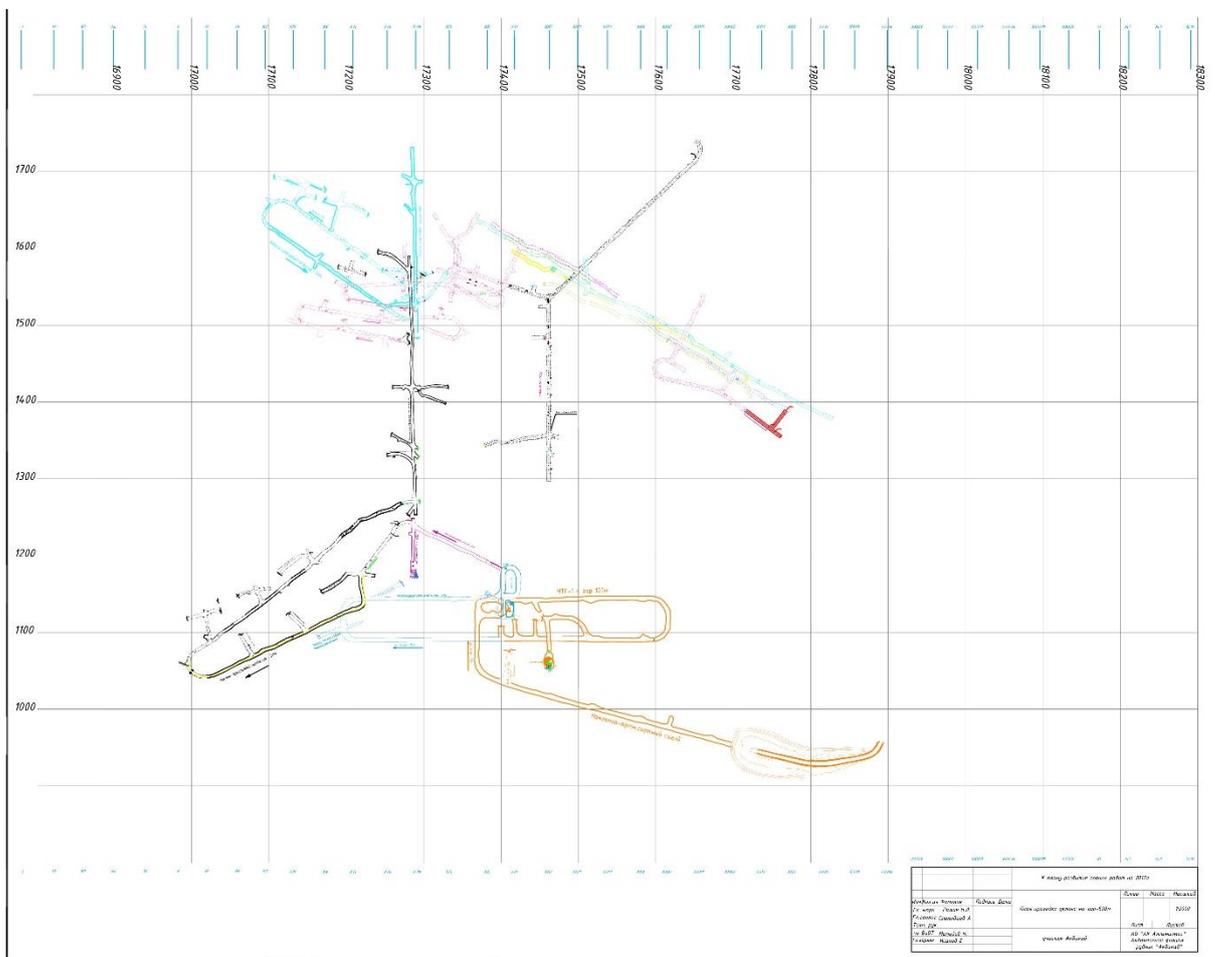
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ



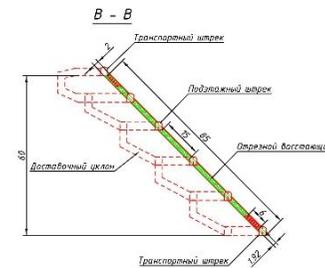
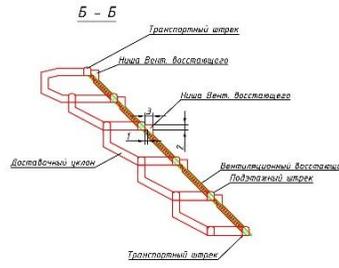
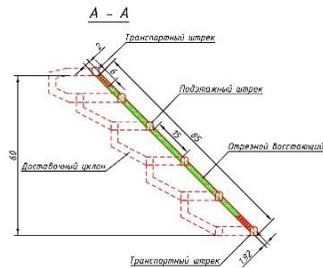
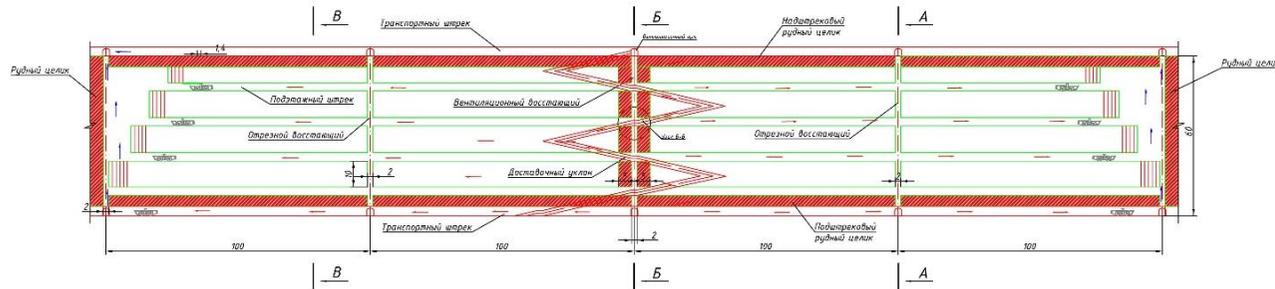
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ПО ПРОФИЛЮ XVI



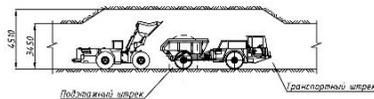
ТРАНСПОРТНЫЙ УКЛОН горизонта 520 м



ПОДЭТАЖНА КАМЕРНАЯ СИСТЕМА РАЗРАБОТКИ



Узел Б-Б
Размещение оборудования в сечении при погрузке самосвала
М 1:200



ПРИМЕЧАНИЕ
Параметры системы разработки, а также техника-экономические показатели приведены в книге 1 раздел 3.8.3.

Условные обозначения:

- Рудный целик
- Руда в массиве
- Струя свежего воздуха
- Струя отработанного воздуха

					02-2015 ПР				
					АО "АК Алтыналмас"				
Изм.	№	уч.	лист	МДок	Подпись	Дата	станд.	лист	листов
исполн.	Д.П.	Демидов	Д.П.	Д.П.			Проект промышленной разработки залежи месторождения "Альбай" (картонировано ранее выполненными проектами)		
г.д.	г.д.	Крыжик	В.П.				П	54	68
инженер	проект	Григорьев	И.И.				"Подэтажно-камерная система разработки с тарновым вытеснением руды силой воздуха" № 1:1000		
инженер	проект	Козлов	Т.				АО "АК Алтыналмас" г.Алматы 2015 год		

формат А2

Паспорт
буровзрывных работ
 на проходку подэтажного штрека №15 запад-восток по жиле Пологая,
 гор. 520м (отм. -44,0м), месторождения «Акбакай»

1. Наименование выработки: подэтажный штрек №15 запад-восток по жиле Пологая, гор.520м (отм. -44,0м), месторождения «Акбакай».
2. Сечение выработки вчерне: 12м²
3. Угол наклона – горизонтальный.
4. Технологические условия бурения, заряжания и взрывания:
 - а) тип вруба призматический
 - б) диаметр шпуров (скважин): 45мм
 - в) способ взрывания: не электрический
 - г) способ заряжания: ручной

Таблица 1 – Подробные данные по трем опытным взрывам

№ п/п	Показатели	ЕИ	Количество			
			Опытные взрывы			Принято
			1	2	3	
1	Сечение выработки	м ²	12	12	12	12
2	Длина выработки	п.м.	400	400	400	400
3	Категория крепости		14-16			
4	Форма вруба		призма			
5	Количество шпуров на цикл	шп	39	45	41	45
6	Диаметр коронки	мм	45	45	45	45
7	Средняя длина шпуров	п.м.	2,6	2,6	2,6	2,6
8	Тип и количество ВВ, всего:	кг	23142	25254	24248	25254
9	Кол-во Аммонита на 1 шпур	кг	0,2	0,2	0,2	0,2
10	Кол-во Аммонита на 1 цикл	кг	7,8	9,0	8,2	9,0
11	При обводненных шпурах (на каждый шпур по 1,4 кг - 6 шпуров)	кг	8,4	8,4	8,4	8,4
12	Кол-во Аммонита на всю длину выработки	кг	3085	3163	3162	3163
13	Расход простейшего ВВ (гранулит, игданит) на 1 шпур	кг	2,7	2,7	2,7	2,7
14	Расход простейшего ВВ (гранулит, игданит) на 1 цикл	кг	105,3	121,5	110,7	139,5
15	Расход простейшего ВВ (гранулит, игданит) всю длину выработки	кг	20057	22091	21086	22091
16	Волноводы ИСКРА-III по сериям	шт	39	45	41	45
17	Расход ДШЭ	п.м.	3	5	4	5
18	Расход эл. детонатора на один цикл	шт	1	1	1	1
19	Уход забоя за взрыв	п.м.	2,1	2,2	2,1	2,2

Продолжение таблицы - 1						
20	Величина КИШ		0,8	0,85	0,8	0,85
21	Выход горной массы за цикл	м ³	25,2	26,4	25,2	26,4
22	Количество шпурометров на цикл	п.м.	101,4	117	106,6	117
23	Способ взрывания		не электрический			
24	Источник тока		Пусковое устройство EXPLO-SE			
25	Взрывной провод	п.м.	20	20	20	20

- время взрывания: **согласно с графиком производства взрывных работ**

- способ проветривания забоя: **с помощью вентиляторов местного проветривание**

время проветривания забоя: **не менее 60 мин.**

Прочие мероприятия:

1. Стаканы промыть водой, забить деревянными пробками.
2. Очередной комплект шпуров смещать относительно предыдущего на 30 см.
3. Патроны-боевики изготавливаются на месте производства взрывных работ взрывником и им же досылаются в забой шпура первыми.
4. При механизированном зарядании не находиться напротив заряжаемого шпура, применять защитные очки и средства индивидуальной защиты.
5. Ответственным за допуск и вывод людей из опасной зоны является горный мастер.
6. Запрещается использовать в качестве взрывной магистрали забойное освещение и другие источники электроэнергии.
7. До начала подсоединения взрывной сети к магистральным проводам произвести проверку магистральных проводов на их целостность и электропроводность.
8. Запрещается использовать зарядчик ЗП-2 без маркировки.

Расчет параметров БВР

1. Исходные данные для расчета:
 - при диаметре коронки - 45 мм;
 - коэффициент крепости руды, F=16.
2. Согласно «Нормам технологического проектирования» масса заряда на 1 п.м. шпура определяется по формуле:
 Р-масса ВВ в 1 п.м. шпура, кг/м:

$$P = \frac{\pi d^2}{4} \rho = \frac{3,14 \cdot 0,045^2}{4} \times 1100 = 1,75 \text{ кг/м}$$

ρ - 1100кг/м³ - плотность заряжения с порционным зарядчиком ЗП-2

для коронки 45мм;
d - 45 мм, диаметр коронки.

3. Количество шпуров для горных выработок определяется по формуле профессора Протодяконова М.М.

$$N = 2.7 * 1.1\sqrt{f * S} = 2.7 * 1.1\sqrt{16 * 12} = 45 \text{ шт.}$$

где, f – коэффициент крепости пород по шкале Протодяконов М.М.
S – площадь поперечного сечения выработки, м²

4. При длине шпура L=2,6м, то длина недозаряда
во врубовых шпурах принимаем l= 0,4м,
в отбойных шпурах l= 0,6м
в оконтуривающих шпурах l= 0,7м.

Исходя из этого расчета масса заряда на:

врубовые шпуры – $Q_{\text{вруб}} = N * P * (L-l) = 10 * 1,75 * (2,6-0,4) = 38,5 \text{ кг}$

отбойные шпуры – $Q_{\text{отб}} = N * P * (L-l) = 11 * 1,75 * (2,6-0,6) = 38,5 \text{ кг}$

оконтуривающие шпуры:

$$Q_{\text{оконтур}} = N * P * (L-l) = 24 * 1,75 * (2,6-0,7) = 79,8 \text{ кг}$$

Q – масса заряда механизированного заряжания на забой;

N – количество шпуров;

P – масса заряда в 1 п.м. шпура;

L – длина шпура;

L – длинanedозаряда.

$$Q_{\text{заряд}} = Q_{\text{вруб}} + Q_{\text{отбой}} + Q_{\text{оконт}} = 38,5 + 38,5 + 79,8 = 156,8 \text{ кг}$$

ПРИМЕЧАНИЕ: На основании раздела 2 подраздела 10 п.194 Требований «Правилем обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов, ведущих взрывных работы» - в отдельных случаях в связи с изменением горно-геологических или других условий с разрешения лица контроля, осуществляющего непосредственное руководство взрывными работами, допускается уменьшение массы и числа зарядов в сравнении с показателями, предусмотренными паспортом БВР.

Согласно раздела 8 подраздела 1 п.152 Требований «Правилем обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов, ведущих взрывных работы» - со всех электроустановок, кабелей, контактных, воздушных проводов и других источников электроэнергии (в том числе источников опасных электромагнитных излучений), действующих в зоне монтажа электровзрывной сети, напряжение снимается с момента монтажа сети (при электрическом взрывании).

Посты охраны

1. На время зарядки: подается предупредительный сигнал перед заряданием забоя, вывешивается аншлаг «Стоит! Идет зарядка!»
2. На момент взрыва:
 - а) Пост охраны выставляется на
 - б) Аншлаг - Стоит! Идет зарядка!

Расчет электрической сети

Расчет электрической сети сводится к определению силы тока, обеспечивающей безотказность взрыва. Силу тока определяют по формуле Ома:

а) для последовательного соединения:

$$I = \frac{E}{(R + r \cdot n)}$$

б) для параллельного соединения: $I = \frac{E}{(R + r/n)}$

в) для параллельно – последовательного соединения: $I = \frac{E}{(R + m \cdot r/n)}$

где: E – напряжение в сети, 220в;

R – сумма сопротивлений проводников кабеля, магистральных и соединительных проводов;

r – сопротивления одного электродетонатора (2,5 ом);

m – количество групп;

n – количество электродетонаторов.

Сумма сопротивлений проводников кабеля, магистрального и соединительного проводов рассчитывается по формуле:

$$R = P \cdot L / S$$

где: P – удельное сопротивление металла;

L – длина провода, п.м.

S – сечение провода, мм²

$$R = 0,0173 \cdot 220 / 2,5 = 1,54 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{220}{(1,54 + 2,5 \cdot 1)} = 54,45 \text{ А}$$

Расчет вентиляции

1. Способ проветривания: Нагнетательный
2. Максимальная длина трубопровода на нагнетание - 100м
3. Количество воздуха, подходящего к ВМЭ-6 – 22.0 м³/сек.
4. Время проветривания 60 минут (3600 сек)
5. Расчет количества воздуха, подаваемого в забой по факторам:

5.1. По людям

$$Q = q \times Z \times k = 0,1 \times 4 \times 1,5 = 0,6 \text{ м}^3/\text{с}$$

где: $q = 0,1 \text{ м}^3/\text{с}$ - норма подачи свежего воздуха на 1 человека;
 Z - наибольшее количество людей в забое.
 k – Коэффициент запаса воздуха

5.2. По пылевому фактору

$$Q = \frac{J \times b_i}{P - P_{\text{вх}}} = \frac{2,2 \times 0,5}{2,0 - 0,6} = 0,79 \text{ м}^3/\text{с}$$

где: J - интенсивность пылевыделения при бурении шпуров буровой установкой BOOMER T1D;

b_i - коэффициент, учитывающий снижение пылевыделения за счет орошения водой;

P и $P_{\text{вх}}$ - концентрация пыли соответственно ПДК и входящей струе, $\text{мг}/\text{м}^3$.

5.3. Количество воздуха по расходу ВВ

$$Q_{\text{ВВ}} = \frac{J_{\text{ВВ}} \cdot B \cdot 100}{t \cdot C_{\text{д}}} \cdot k, \text{ м}^3 / \text{мин}$$

где, $J_{\text{ВВ}}$ – количество газов при взрыве 1 кг ВВ, $0,004 \text{ м}^3/\text{кг}$;

B – количество одновременно взрываемого ВВ, кг;

$C_{\text{д}}$ – максимально допустимое содержание условной окиси углерода в исходящей струе рудника ($C_{\text{д}} = 0,0016\%$);

t – время проветривания выемочного блока после взрыва, мин.

$$Q_{\text{ВВ}} = \frac{0,004 \cdot 129 \cdot 100}{60 \cdot 0,0016} \cdot 1,5 = 806,2 \text{ м}^3 / \text{мин} = 13,4 \text{ м}^3 / \text{сек}$$

5.4. По фактору разжижению выхлопов газов при работе самоходного оборудования.

$$Q_3 = \frac{D_{\text{м}} \times N_{\text{м}} \times K}{60}$$

где: $D_{\text{м}}$ - удельная норма свежего воздуха на 1 л.с. мощности двигателя $D_{\text{м}} = 5 \text{ м}^3/\text{мин}$;

K - коэффициент одновременности работы машин, при работе одной машины $K = 1,0$ (при двух машинах $-0,85$; при трех машинах и более $-0,6$);

$N_{\text{м}}$ - мощность двигателя машины с ДВС, л.с.;

Для уборки горной массы из забоев производится машинами ST-7 мощностью $N_{\text{м}} = 167 \text{ л.с.}$

$$Q_{ст-7} = \frac{5 \times 167 \times 1}{60} = 13,9 \text{ м}^3/\text{с}$$

5.5. По скорости воздуха

$$Q_{заб} = V \times S = 0,25 \times 12 = 3 \text{ м}^3/\text{с}$$

6. Производительность ВМЭ-6- $6 \text{ м}^3/\text{с}$

$$Q_{в} = Q_{заб \times \text{макс}} \times K_{ут.тр} = 13,9 \times 1,11 = 15,4 \text{ м}^3/\text{с}$$

где: $K_{ут.тр.}$ – коэффициент утечки воздуха в трубах, принимаем равным 1,11

Принимаем вентилятор ВМЭ-6 работающий в став $\varnothing 600 \text{ мм}$

7. Количество воздуха, поступающего к всасу вентиляторов ВМЭ-6 работающих на нагнетание:

$$Q_{в.в.} = Q_{в} \times K_{р} = 15,4 \times 1,43 = 22,0 \text{ м}^3/\text{с},$$

(подаваемого к вентиляторам ВМЭ-6)

где $K_{р}$ - коэффициент, учитывающий исключение рециркуляции воздуха на всасе вентилятора $K_2 = 1,43$.

9. На основании расчетов принимается:

9.1. Тип вентиляторов ВМЭ-6

9.2. Количество вентиляторов 1 шт работающий на нагнетание

9.3. Диаметр трубопроводов – 600 мм

ВНИМАНИЕ:

1. Производительность ВМЭ не должно превышать 70% количества воздуха, подаваемого его к всасу за счет общешахтной депрессии.

2. ВМЭ должен устанавливаться на свежей струе воздуха на расстоянии не менее 10м от исходящей струи, во избежание рециркуляции.

Методика расчета	Количество воздуха, м ³ /сек
По людям	0,6
По пылевому фактору	0,79
По газам от взрывных работ	13,4
От выхлопных газов внутреннего сгорания	13,9
По скорости воздуха	3

Для проветривания принимаем наиболее расчетное количество воздуха по газам от взрывных работ – $13,9 \text{ м}^3/\text{сек}$.

АКТ
внедрения паспорта буровзрывных работ
на проходку подэтажного штрека №15 запад-восток по жиле Пологая
горизонт 520 м (отм. -44м)

« 30 » _октябрь_ 2020г.

Мы нижеподписавшиеся, комиссия в составе:

Начальник участка подземных горных работ «Акбакай» Табылганов А.
Горный мастер участка подземных горных работ «Акбакай» Куралбаев С.
Взрывник участка подземных горных работ «Акбакай» Байке А.О.

Произвели согласно схеме, 3 опытных взрывов, в забое подэтажного штрека №15 запад-восток по жиле Пологая, гор.580м (отм.-68,0м), месторождения «Акбакай» и установили:

- количество шпуров на забой – 45
- глубина шпуров – 2,6 м
- количество ВВ на шпур – 0,2 кг
- количества ВВ на обводненные – по 1,4 кг, 6 шпуров – 8,4 кг
- количество аммонита на цикл – 17,4 кг
- расход простейшего ВВ (гранулит, игданит) – 121,5 кг
- уход забоя – 2,2 м
- выход горной массы – 26,4 м³
- КИШ – 0,85

Члены комиссии:

Начальник участка подземных горных работ «Акбакай» – Табылганов А.

Горный мастер участка подземных горных работ «Акбакай» – Куралбаев С.

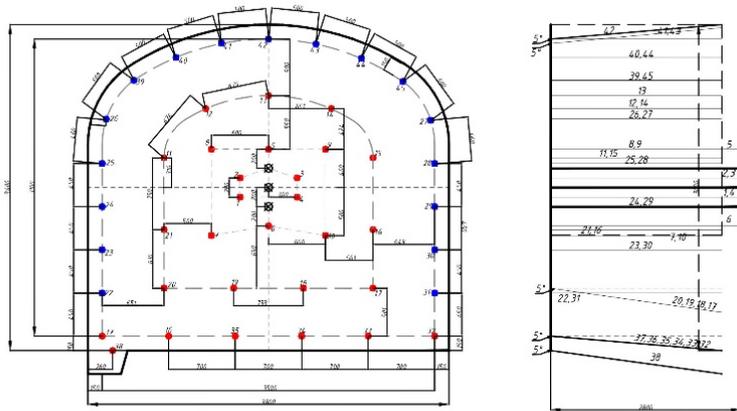
Взрывник участка подземных горных работ «Акбакай» – Байке А.

Подробные данные по опытным взрывам

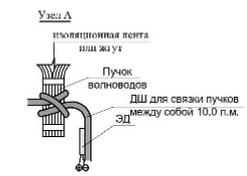
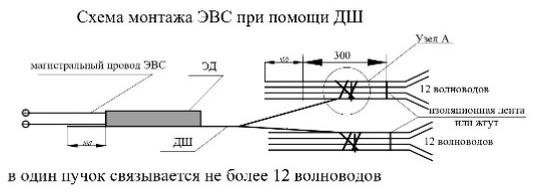
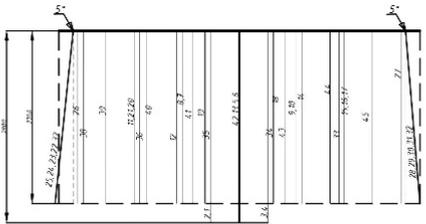
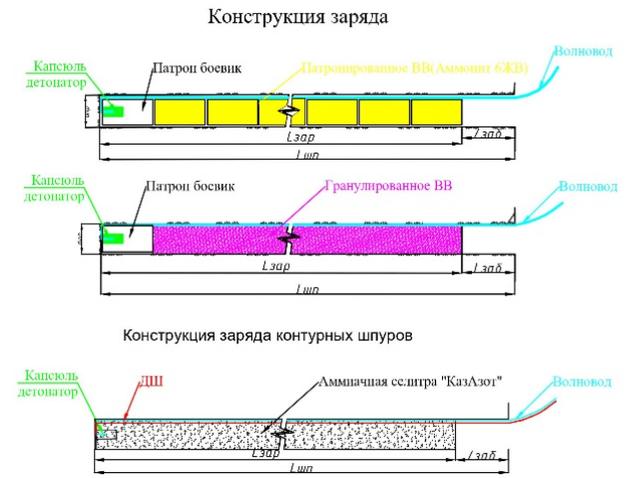
№ п/п	Показатели	ЕИ	Количество			
			Опытные взрывы			Принято
			1	2	3	3
1	Сечение выработки	м ²	12	12	12	12
2	Длина выработки	п.м.	400	400	400	400
3	Категория крепости		14-16			
4	Форма вруба		призма			
5	Количество шпуров на цикл	шп	39	45	41	45
6	Диаметр коронки	мм	45	45	45	45
7	Средняя длина шпуров	п.м.	2,6	2,6	2,6	2,6
8	Тип и количество ВВ, всего:	кг	23142	25254	24248	25254
9	Кол-во Аммонита на 1 шпур	кг	0,2	0,2	0,2	0,2
10	Кол-во Аммонита на 1 цикл	кг	7,8	9,0	8,2	9,0
11	При обводненных шпурах (на каждый шпур по 1,4 кг - 6 шпуров)	кг	8,4	8,4	8,4	8,4
12	Кол-во Аммонита на всю длину выработки	кг	3085	3163	3162	3163
13	Расход простейшего ВВ (гранулит, игданит) на 1 шпур	кг	2,7	2,7	2,7	2,7
14	Расход простейшего ВВ (гранулит, игданит) на 1 цикл	кг	105,3	121,5	110,7	139,5
15	Расход простейшего ВВ (гранулит, игданит) всю длину выработки	кг	20057	22091	21086	22091
16	Волноводы ИСКРА-Ш по сериям	шт	39	45	41	45
17	Расход ДШЭ	п.м.	3	5	4	5
18	Расход эл. детонатора на один цикл	шт	1	1	1	1
19	Уход забоя за взрыв	п.м.	2,1	2,2	2,1	2,2
Продолжение таблицы - 1						
20	Величина КИШ		0,8	0,85	0,8	0,85
21	Выход горной массы за цикл	м ³	25,2	26,4	25,2	26,4
22	Количество шпурометров на цикл	п.м.	101,4	117	106,6	117
23	Способ взрывания		не электрический			
24	Источник тока		Пусковое устройство EXPLO-SE			
25	Взрывной провод	п.м.	20	20	20	20

- время взрывания: согласно с графиком производства взрывных работ
- способ проветривания забоя: с помощью вентиляторов местного проветривание
- время проветривания забоя: не менее 60 мин.

Типовой паспорт БВР (контурный взрыв) на проходку ГКР сечением S=12,0 м²



№ шп.	глубина шпура м	длина волновода	замедление, м/млсек	№ шп.	глубина шпура м	длина волновода	замедление, м/с
1	2,7	5	1500	24	2,6	5	4500
2	2,7	5	1500	25	2,6	5	4500
3	2,7	5	1500	26	2,6	5	6000
4	2,7	5	1500	27	2,5	5	6000
5	2,7	5	3000	28	2,5	5	4500
6	2,7	5	3000	29	2,5	5	4500
7	2,6	5	3000	30	2,5	5	4500
8	2,6	5	3000	31	2,6	5	4500
9	2,6	5	3000	32	2,6	5	5000
10	2,6	5	3000	33	2,6	5	5000
11	2,6	5	4000	34	2,6	5	5000
12	2,6	5	4000	35	2,6	5	5000
13	2,6	5	4000	36	2,6	5	5000
14	2,6	5	4000	37	2,6	5	5000
15	2,6	5	4000	38	2,6	5	5000
16	2,6	5	4000	39	2,6	5	6000
17	2,6	5	4000	40	2,6	5	6000
18	2,6	5	4000	41	2,5	5	6000
19	2,6	5	4000	42	2,6	5	6000
20	2,6	5	4000	43	2,6	5	6000
21	2,6	5	4000	44	2,6	5	6000
22	2,6	5	4500	45	2,6	5	6000
23	2,6	5	4500				



Расход ВМ и СВ

Способ заряжения	Кол-во Шпуров	Кол-во заряжаемых шпуров	Уход забоя за цикл, м	Отбито одной массы, м3	ВАРИАНТ - I (при зарядке Аммонитом-6ЖВ)			ВАРИАНТ - II (при зарядке гранулированным АСВ/АВ)			Расходы ДШ и ЭД		
					Аммонит (6ЖВ), кг (Брувовые)	Левая Аммонит (6ЖВ), кг патронир	Правая Аммонит (6ЖВ), кг боевик+патрон	Аммонит (6ЖВ) на боевик (25кг - корпус)	Аммонит (6ЖВ) на боевик (25кг - корпус)	Аммонит (6ЖВ) на боевик (25кг - корпус)	3д, шт	Итого Ш шт	
механизир.	48	45	2,7	28,4	6х2,0=12,0кг	39х1,8=70,2	12,0-70,2=82,2кг	20х25=500кг	20х25=500кг	20х25=500кг	52,5	1	45
					Всего Аммонит 6ЖВ 12,0+70,2=82,2кг			Всего аммонит на 70,2 кг боевик на 75кг			52,5	1	45

Составил:

Особенности технологии и организации работ

Гор. -44 м (520) вскрывается квершлагами, полевыми штреками, штреками подсечки по жилам и вент. восстающими.

Вскрытие горизонта производится через НТС-2 с Восточного фланга.

В районе под стволом РЭШ-1 производится засечка восстающего до сбойки со стволом РЭШ-1, с дальнейшим расширением до сечения ствола.

В руддворе ствола РЭШ-1 организовывается узел перегрузки горной массы из самосвалов в вагонетки с боковой разгрузкой, и далее горная масса с вагонетками по стволам выдается на поверхность.

На узел перегрузки составляется рабочий проект.

Так как, ствол шх. «Главная» пройден до гор. +76 м (400) и из-за необходимости второго запасного выхода с механизированным подъемом между гор. -44 м (520) и -104 м (580) проходится лифтовой восстающий под стволом шх. «Главная».

В связи с тем, что гор. -104 м (580) является последним, на этом горизонте проходится насосная камера с водосборниками.

На обоих флангах проходятся вентиляционно-ходвые восстающие по мере развития горных работ.

Также предусматриваются эксплуатационные разведочные работы в виде проходки развед. штрека и ВХВ по жилам забалансовых запасов.

Все горизонтальные выработки проходятся под углом, позволяющий самотек шахтных и подземных вод в сторону ствола шх. «Главная» и ВТВ.

Сопряжения выработок крепятся ж/б штангами и торкретбетоном, при прохождении ослабленных участков вмещающих пород, вид крепления определяется геологической службой рудника.

Бурение забоя всех выработок, а также под ЖБШ производится с помощью самоходного бурового оборудования (далее СБУ) Boomer 282.

Уборка и вывозка горной массы выполняется ПДМ ST-2D и самосвалами UNI-50-2. Отбитая горная масса вывозится на поверхность и складировается на породном отвале. Для ускорения операции перевозки, а также снижения затрат на перевозку проектом рекомендуется закладка отработанных камер существующих горизонтов горной массой от проходки.

Проветривание выработок во время проходки осуществляется с помощью вентилятораместного проветривания ВМЭ или СВМ.

Свежий воздух к ВМП подается из главного вент. восстающего и/или ВТВ, а отработанный воздух выдается через ВХВ и/или НТС.

При увеличении протяженности или сопротивления трубопровода, для улучшения вентиляции необходимо проходить блоковые восстающие на вышележащий горизонт и выдавать отработанный воздух через них.

На всех горизонтах для оптимального ведения и организации горно-проходческих работ, локальными проектами предусмотреть проходку

перегрузочных заездов и вентиляционных восстающих по мере развития и направления проходческих работ

Общий объем горно-проходческих выработок во время строительства по руднику составляет 343225 м³, в том числе горнокапитальные – 117412 м³, горноподготовительные – 39127 м³, горно-нарезные – 67832 м³, эксплуатационно-разведочные – 114204 м³ и открытые горные работы – 4650 м³.

Общее положение

Организации работ предусматривается рассмотрение общих организационных вопросов на проходку подэтажного штрека №15 запад-восток по жиле Пологая, гор. 520м (отм. -44,0м), месторождения «Акбакай».

Исходные данные:

- способ проходки: буровзрывной;
- уборка породы из забоя с помощью погрузочно-доставочной машины (далее – ПДМ) ST-7;
- откатка горной массы производится с помощью ПДМ загружается на специальный автосамосвал и вывозится по наклонно-транспортному съезду (далее – НТС) и разгружается в рудоспуск (РВК) гор.400м;
- проветривание выработок производится вентиляторами местного проветривания. Свежий воздух поступает от главного вентиляционного восстающего (далее – ГВВ) за счет работы главной вентиляторной установки (далее – ГВУ). Далее по квершлагу горизонта 460 м и транспортному уклону к ж.Пологая-1,6 на горизонт 460 м, далее поступает на транспортный уклон на горизонт 520м. Исходящая струя воздуха выводится на восточный фланг подэтажного штрека №13 восток ж.Пологая, далее через фланговые восстающие, по ранее отработанным выработкам по существующей схеме вентиляции выводится на поверхность.

Работы по проходке выработок осуществляется с соблюдением:

- Правила обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов, ведущих горные и геологоразведочные работы;
- Правила обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов, ведущих взрывные работы;
- правила технической эксплуатации самоходного оборудования в подземных условиях;
- рабочая инструкция и инструкция по безопасности и охране труда по профессиям;
- инструкции, приказы, распоряжения по безопасным приемам и методам работ действующие на проекте Акбакай и др. инструктивными материалами.

Подготовительные работы

1. До начала работ по проходке горных выработок необходимо выполнить следующие работы:

- обезопасить рабочее место и пути подходов к нему, осветить рабочее место;
- подвести водо-воздушную магистраль;
- доставить на рабочее место проходческое оборудование, инструменты и приспособления;

Ответственный за подготовительные работы горный мастер или звеньевой на смене.

2. Перечень проходческого оборудования, инструментов и приспособлений:

- Буровая установка BOOMER T1D – 1 единица;
- буровые коронки d= 45мм;
- буры L=3,1м;
- оборочный ломик L=1,5; 2,2; 3м; - по 2шт.
- лестница L= 2,5/3,0м – 2шт;
- рукава напорные d=25мм, d=50мм – 30/60м;
- забойник деревянный L=2,5/4м; 2,2; -2шт;
- рукава вентиляционные d=600мм –200м;
- ПДМ (погрузочно-доставочная машина) – 1ед.
- автосамосвал МТ -2010.

Состав работ

1. Обезопасить рабочее место и пути подхода к нему;
2. Оборудования, зарядание, взрывание и проветривание забоя;
3. Уборка горной массы с помощью ПДМ (погрузочно-доставочная машина)
4. Нарращивание коммуникаций (после нескольких циклов)

Все работы выполняются в соответствии с циклограммой и графиком проходки выработок.

Организация работ

Проектом предусматривается двухсменная непрерывная рабочая неделя по скользящему графику. Продолжительность смены–11 часов, с обеденным перерывом. Состав бригады 5-7 человек, состав звена 3-4 человека. В каждом звене назначается «старший» звеньевой, ответственный за соблюдением правил безопасности и охраны труда, промышленной безопасности, пожарной безопасности. Технический контроль над соблюдением правил и инструкций по безопасности и охраны труда, технологический режим возлагается на начальника участка «Акбакай» и горных мастеров на смене. Контроль над состоянием атмосферы в забое осуществляется горным мастером на смене.

Перед началом работ в забое необходимо:

- горному мастеру или звеновому проверить наличие в атмосфере вредных газов (СО, NO), а также содержание углекислого газа в рудничном воздухе на рабочих местах не более 0,5 процентов; в выработках с общей

исходящей струей шахты - 0,75 процентов, при проведении и восстановлении выработок по завалу - 1 процент;

Работникам, занятые работами в данном забое:

- обезопасить рабочее место и пути подхода к нему;
- осмотреть состояние вентиляции, крепление, освещения, наличие «отказов» в забое;
- произвести орошение водой отбитой горной массы и бортов забоя;
- проверить исправность работы оборудования, состояния коммуникаций и армировки резиновых рукав;
- выполнить оборку заколов по бортам и кровле выработок оборочными ломиками длиной 1,5; 2,2 и 3 метра с безопасного расстояния;
- проверить исправность ПДМ, состояние узлов и агрегатов, шин, смазку узлов.

Ответственность за исправное состояние и укомплектованность несет машинист ПДМ.

Проветривание забоя при проходке горизонтальных выработок с применением самоходного оборудования.

Согласно расчету вентиляции забоя, необходимое количество воздуха для проветривания горных выработок определено по наибольшему числу людей, занятых одновременно на подземных работах, по пыли, по газам от взрывных работ, по вредным компонентам выхлопных газов внутреннего сгорания применяемого оборудования и проверяется по минимальной скорости движения воздуха.

Проветривание забоя производится согласно схеме вентиляции рудника.

Меры безопасности:

- вентиляция забоя должна обеспечивать проветривание после взрывных работ не менее 60 минут.
- не допускать отставание вентиляционных рукав от груди забоя согласно «Правила обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов, ведущих горные и геологоразведочные работы» (не более 10м).

Бурение забоя.

До начала бурения шпуров, скважин, забой выработки должен быть тщательно осмотрен лицом технического надзора и приведен в безопасное состояние.

При наличии в забое стаканов, промыть водой и забить их деревянными пробками. В забой заезжает самоходная буровая установка BOOMER T1D и устанавливает на домкраты, резиновые рукава соединяют на водяной магистраль, соединяют на электрический щит - разъединитель.

- произвести разметку шпуров по забою согласно паспорту БВР, маркшейдерского направления и репера;
- бурение забоя;
- после окончания бурения подготавливают забой к зарядке, буровая установка BOOMER T1D отъезжает на безопасное расстояние;

Ответственность за правильное обустройство забоя возлагается на звеньевой бурильщика, контроль за соблюдением паспорта БВР возлагается на горного мастера и начальника участка.

Заряжение забоя

Перед началом зарядки забоя:

- выводятся все люди в безопасное место, согласно схеме расстановки постов, на схеме вентиляции.

- выставляют посты охраны;

- подается звуковой сигнал;

- зарядка забоя производит мастер-взрывник, помогают ему проходчики, горнорабочие проинструктированные с правилами обращения с ВВ;

- производится зарядка и досыпка патронов ВВ в шпур деревянными забойником;

- производится изготовление боевиков, конструкций заряда согласно паспорту БВР;

Ответственность за выполнение данного процесса возлагается на мастера-взрывника в смене и на горного мастера.

Монтаж взрывной сети, взрывание и проветривание

Монтаж взрывной сети производится мастером-взрывником согласно схеме паспорта БВР. Взрывание забоя производится из места укрытия взрывника, указанного на схеме вентиляции. Проветривание забоя производится согласно схеме проветривания не менее 60 минут. Допуск проходчиков в забой производится горным мастером или мастером-взрывником после проверки состава рудничного воздуха на наличие ядовитых продуктов взрыва. Далее взрывник осматривает забой на предмет «отказов» в забое. При наличии «отказов» в забое, они ликвидируются в присутствии лица технического надзора, согласно «Правила обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов, ведущих взрывных работы», технологического регламента предупреждения и ликвидации отказавших зарядов взрывчатых материалов в забоях, при этом все другие работы, не связанные с ликвидацией «отказов» выполнять запрещается.

Уборка породы

Уборка породы из забоя производится с помощью ПДМ разгружаются в отработанные блока, скорость движения по выработкам при уборке породы не должны превышать 20км/час на прямых участках, 10км/час – на криволинейных участках. При уборке породы из забоя, нахождение людей в зоне действия ПДМ строго запрещено. Машинист ПДМ обязан, остановит работу в случае появления людей в зоне действие ПДМ.

Доставка материалов по горным выработкам при помощи ПДМ.

Доставка крепёжных материалов, в ковше ПДМ с промплощадки в забой должны соблюдаться следующие требования:

- запрещается загрузка материалов в ковш выше бортов ковша 0,5м;

- материалы должны быть надёжно увязаны в ковше для предупреждения выпадения из ковша и т.д.

Доставка длинномерных материалов (трубы, металлоконструкции) с соблюдением требований:

- движение ПДМ (ковш сзади) скорость 5км/час;
- количество, длина в соответствии с требованиями инструкции по спуску и доставке длинномерных материалов;
- между собой материалы увязываются;
- обязательное сопровождение при доставке длинномерных материалов, сопровождающий находится сзади груза (материалов) на L= 2-4м.

Общие требования по безопасному ведению работ

- Все рабочие и ИТР участка, занятые на проходке вышеперечисленных работ должны быть ознакомлены с данным проектом организации работ под роспись.

- строго соблюдать мероприятия по пылеподавлению – установка оросителей. Бурение с промывкой, орошение горной массы при погрузке (уборке) и т.д.

- при выдаче наряд - задания, горный мастер в письменном виде указывает необходимые безопасные работы, которые определяются настоящим ПОР, инструкции по охране труда, рабочие инструкции, в книге нарядов делается ссылка только на этот документ без перечисления мер безопасности.

- обеспечение безопасных условий труда возлагается на начальника участка, горных мастеров.

- все работы по проходке горных выработок необходимо выполнить в строгом соответствии с требованиями «Правила обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов, ведущих горные и геологоразведочные работы», «Правила обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов, ведущих взрывных работы» специальных мероприятий по газовому режиму и т.п.

Требования по охране окружающей среды.

- после производства взрывных работ производить орошение навала горной массы для меньшего пылеобразования при уборке породы.

- запрещается работать на оборудовании и механизмах, имеющих течь масла.

- при разливе ГСМ на почву, необходимо место разлива засыпать песком, собрать промасленный песок и грунт специальную емкость.