

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»

УДК 665.622.43.046.6-52(043)

На правах рукописи

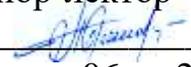
Жанабаева Айнур Турманбаевна

МАГИСТРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

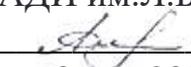
На соискание академической степени магистра

Название диссертации	Повышение эффективности проведения и крепления горных выработок в условиях рудника «Восход»
Направление подготовки	7M07203 – «Горная инженерия»

Научный руководитель,
кандидат технических наук,
сениор-лектор

 Т.М.Алменов
«12» __ 06 __ 2021 г.

Рецензент, к.т.н., асс. профессор
КазАДИ им.Л.Б. Гончарова

 Абиев Б.А.
«08» __ 06 __ 2021 г.

Нормаконтроль,
магистр технических наук, лектор

 Б.Бектур
« 07 » __ июнь __ 2021 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой «Горное дело»
доктор техн.наук, профессор
 С.К.Молдабаев
« 12 » __ 06 __ 2021 г.

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»

7M07203 - «Горная инженерия»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой,
Доктор техн. наук, профессор
 С.К.Молдабаев
« 12 » 06 2021 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Обучающемуся Жанабаевой Айну́р Турманбаевно́й

Тема: Повышение эффективности проведения и крепления горных выработок в условиях рудника «Восход»

Утверждена приказом руководителя университета № 330-М от 11.11.2019г.

Срок сдачи законченной работы "15» июня 2021г.

Исходные данные к дипломной работе: По геологическим, гидрогеологическим и горнотехническим условиям рудника «Восход», месторождения Хромтау необходимо выбрать и обосновать все продольные виды крепи равнинной подземной «Штрек», запланированные на 2-й период строительства, в зависимости от категории устойчивости горных выработок (крепи). В частности, необходимо проанализировать горно-геологические, гидрогеологические, горнотехнические условия шахтной зоны и физико-механические свойства, напряженно-деформационные условия возводимых массивов подземных горных выработок.; анализировать и анализировать схемы вскрытия месторождений с целью разработки полезных ископаемых месторождения, состояния горных выработок, предназначенных для сложных, подготовительных и рудоочистительных работ, построенных до настоящего времени шахты, а также проектов и схем застройки горных выработок, строящихся в будущем (вскрываемых горизонтах; Кроме того, необходимо провести анализ технологий проходки горных выработок и методов крепления горных выработок, примененных в различных геологических условиях и других экспериментах; предусмотреть повышение эффективности проведения и крепления горных выработок в условиях рудника «Восход» закладываемых на горизонте-480); т. е.

необходимо обосновать выбор типа крепи, обеспечивающего устойчивость до срока службы; изучить технологию установки крепи и качества крепи. Необходимо провести экспертные анализы уровня качества и эффективности и условий применения рельефов, применяемых в ранее пройденных выработках; определить факторы, влияющие на качество и качество крепежных конструкций; в зависимости от конкретных горно-геологических условий рудника «Восход» изучить методы закрепления выработок эффективными крепями и обосновать качественные и технико-экономические показатели применения крепи.

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

а) Месторождения Кемпирсайского рудного района расположены на восточном склоне Ор-Илекского водораздела в Северных Мугоджарах. Рельеф месторождения «Восход» довольно ровный с абсолютными отметками от 400 до 412 м. Физико-механические свойства горных выработок следующие:

Раздел 1: горные породы серпентинизированные перидотиты, связанные с слоем дунитовых горных пород, достигают 290 м по направлению растяжения, коэффициент прочности $f=6-7$, плотность $\gamma=2,45$ г, коэффициент структурной ослабленности $K_c=0,52$; пористость $\Pi=2,3$ %, влажность $W=0,4$ %, угол внутреннего трения $\beta=42^\circ$; коэффициент рассеяния $K_p=1,7$; приток воды $2 \text{ м}^3/\text{час}$.

Раздел 2: Подраздел 2: горные низкопроницаемые серпентинизированные Дуниты, которые по направлению вытягивания не меняются до 410 м, профессор М. М. коэффициент прочности по шкале прочности Протодьяконова в пределах $f=8-9$, плотность $\gamma=2,71 \text{ г/см}^3$, коэффициент структурной ослабленности $K_c=0,6$; пористость $\Pi=1,4$ %, влажность $W=0,3$ %, угол внутреннего трения $\beta=35^\circ$; коэффициент рассеивания $K_p=1,6$; приток воды $2 \text{ м}^3/\text{час}$.

Раздел 3: Порфиритовые, Габбо-амфиболитовые горные породы с коэффициентом прочности $f=9-10$, средняя плотность $\gamma=2,85 \text{ г/см}^3$, коэффициент структурной ослабленности $K_c=0,78$; пористость $\Pi=0,8$ %, влажность $W=0,2$ %, угол внутреннего трения $\beta=30^\circ$; коэффициент рассеивания $K_p=1,5$; приток воды $1,5 \text{ м}^3/\text{час}$.

б) учитывая категории прочности и устойчивости горных выработок, необходимо тщательно проанализировать преимущества и недостатки применяемых в практике типов крепи, а также ранее выполненных исследований о процессах крепления;

в) анализ и исследование конструкций и технологий установки известных обычных крепей месторождения «Восход», применяемых для крепления выработок в современных условиях;

г) в зависимости от устойчивости горных выработок по растягивающейся длине плоскостной выработки «Штрек», являющейся объектом исследования, необходимо рассмотреть возможность их разделения на

отделения и закрепления крепью различных конструкций и использовать новые усовершенствованные составы и конструкции, новые технологии;
д) сопоставление технико-экономических показателей затрат методом, закрепленных за крепью различных конструкций, с проведением экономических исследований, затрат на определенную обычную крепь, использованную для крепления выработок месторождения «Восход», и разделением вновь предложенной выработки на отделения.

Перечень графического материалов (с точным указанием обязательных чертежей):

а) представлены 10 слайдов презентации работы.

б) чертежи объекта исследования (геологические разрезы и схемы вскрытия шахты и т. д.);

в) паспорта закрепления плоской выработки, схемы технологической установки крепи и др.;

г) результаты исследования показателей прочности крепей, относительной составности (таблицы, графики зависимости и т. д.)

Рекомендуемая основная литература:

1) Процессы подземных горных работ при разработке рудных месторождений. В.Р. Именитов. Москва, Недра, 1984

2) Мельников Н.И. Проведение и крепление горных выработок. Недра, 1988

3) Картозия Б.А., Федунец Б.И., Шуплик М.Н. и др. Шахтное и подземное строительство. Том 1. 2003

4) Демин В.Ф., Яворский В.В., Демина Т.В., Чванова А.О. Обоснование технологических схем анкерного крепления при проведении горных выработок; 2018. – 132 с.

5) Заславский Ю.З., Мостков В.М. Крепление подземных сооружений. - М.: Недра, 1979. - 325 с.

6) Цай Б.Н. Малахов А.А., Бахтыбаев Н.Б. Обоснование параметров крепления выработок с учетом срока их службы // Горный журнал Казахстана 2003. – 234 с.

7) Алменов Т.М. «Жерасты гимараттары құрылысының арнайы әдістері» Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2012. -163 б.

8) Картозия Б.А., Борисов В.Н. Инженерные задачи механики подземных сооружений. Учебное пособие 2-е издание М.: МГГУ, 2001. - 246с.

9) Битимбаев М.Ж., Шапошник Ю.Н., Крупник Л.А. Взрывное дело. Учебник. - Алматы: Print-S, 2012. – 822 с.

10) Шехурдин В.К. Задачник по горным работам, проведению и креплению горных выработок. Учебное пособие. М.: Недра, 1985. – 260 с.

11) СНиП II-94-80 «Подземные горные выработки» (Госстрой СССР). М.: Стройиздат, 1980. - 42 с.

12) Пат. РК 29862. Сталеполимерный анкер / В.Ф. Демин, Ю.Ю. Стефлюк, Т.В. Демина и др. опубли. 15.05.15, Бюл. №5. – 4 с.;

- 13) Вяльцев М.М. Технология строительства горных предприятий в примерах и задачах. Учебное пособие для вузов. - М.: Недра, 1989. - 240 с.
- 14) Гелескул М.Н., Каретников В.Н. Справочник по креплению капитальных и подготовительных горных выработок. - М.: Недра, 1982. - 479 с.
- 15) Заславский Ю.З., Дружко Е. Б. Новые виды крепи горных выработок. - М.: Недра, 1989. - 256 с.
- 16) Макаров А. Б. Практическая геомеханика. Пособие для горных инженеров. - Москва: «Горная книга», 2006. - 292 с.
- 17) Қабылбеков М.Г. «Кәсіпорын экономикасы». - Алматы: ҚазҰТУ, 2002. - 186 б.
- 18) Правила промышленной безопасности при ведении работ подземным способом. // Утверждены приказом МЧС РК, 25 июля 2008 г., № 132. - Астана: 2008. - 392 с.
- 19) Правила промышленной безопасности при взрывных работах. // Утверждены приказом МЧС РК, 19 сентября 2007 г., № 141. - 150 с.
- 20) Насонов И.Д., Федюкин В.А., Шуплик М.Н. «Технология строительства подземных сооружений» - М: Недра, 1983 - 314 с.
- 21) Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. СТ КазНИТУ – 09 – 2017.

ГРАФИК
Подготовки диссертационной работы

№	Наименование отделов, перечень рассматриваемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
1	Изучение геологических, гидрогеологических, геомеханических и горнотехнических условий месторождения Хромтау, месторождения «Восход»	14.03.2021г.	
2	Выбор типа крепи к выработке «Штрек», являющейся объектом исследования, и обоснование применения эффективной крепи, выбор параметров крепи и исследование ее конструкций. Определение факторов, влияющих на качество и эффективность крепи. Исследование методов крепления.	21.04.2021г.	
3	Технико-экономическое обследование принятых видов крепи	26.05.2021г.	
4	Меры безопасности при проходке и креплении подземных горных выработок	10.06.2021г.	

Подписи консультантов и нормоконтролера на законченную диссертацию с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)

Главы	Консультанты, И.Ф.О, (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Геологический раздел	Т.М. Алменов, кандидат технических наук, сеньор-лектор	13.03.2021г.	
Специальный раздел	Т.М. Алменов, кандидат технических наук, сеньор-лектор	19.04.2021г.	
Раздел экономики	Т.М. Алменов, кандидат технических наук, сеньор-лектор	26.05.2021г.	
Раздел обеспечения безопасности при проходке и креплении выработок	Т.М. Алменов, кандидат технических наук, сеньор-лектор	07.06.2021г.	
Контролер норм	Б. Бектур, лектор	07.06.2021г.	

Научный руководитель,
канд.техн.наук, сеньор лектор  Т.М.Алменов

Задание принял к исполнению обучающийся  Жанабаева А.Т

Дата «15» июня 2021 г.

АНДАТПА

Диссертациялық жұмыста Хромтау кен орнының "Восход-Ориель" шахтасының 480 М көкжиегінде орналасқан "Штрек" гизонталды тау-кен қазбаларын бекіту мәселелері кешені қаралды.

ҚНЖЕ-у II-94-80 бойынша тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін және жыныстардың орнықтылық категориясына байланысты тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін зерттеу нәтижесінде ең тиімді бекітпе химиялықанкерлер бекітпе болып табылады. Зерттеу барысында әзірлемелердің сенімділігін және проходшылардың еңбек өнімділігін арттыратын, олардың материал сыйымдылығын және құнын төмендетуді қамтамасыз ететін химиялықанкерлер бекітпені қолданудың тиімділігі мен перспективалары анықталды. Химиялықанкерлер бекітпені қолдану бекітпе материалдарын 1,5 рет үнемдеуге мүмкіндік береді, сондай-ақ металл бекітпемен салыстыру бойынша шығу жылдамдығы 1,3 есе жоғары.

АННОТАЦИЯ

В диссертационной работе рассмотрен комплекс вопросов связанных с креплением гоизонтальных горных выработок «Штрек»раположенных в горизонте -480 м шахты «Восход-Ориель» Хромтауского месторождения.

В результате исследований состояния породного массива и физико-механических свойств горных пород по СНиП-у II-94-80 в зависимости от категорий устойчивости пород, наиболее рациональной крепи является химическое анкерирование. В ходе исследований определены эффективность, и перспективы применения химического анкерирования обеспечивающих снижение их материалоемкости и стоимости, повышающие надежность выработок и производительности труда проходчиков.Применения комбинированной крепи позволяет экономить материалов крепи 1,5 раза, а также скорость прходки 1,3 раза выше по сравнению с металлической крепи.

ANNOTATION

In the dissertation, I examined a complex of questions related to the mounting of horizontal mining works "Gallery" located in the horizon -480 m of the«VOSHOD-ORIEL».Times, as well as the penetration rate of 1.3 times higher in comparison with metal lining.The stability parameters of the array of flat workings "Shtrek" with a length of 720 m, which is the object of research using the SNiP II-94-80 method, are studied, and it is proved that it is possible to use a chemical anchorsupport.The study revealed the effectiveness and prospects of using combined fasteners that increase the reliability of developments and productivity of tunnellers, reducing their material consumption and cost.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 Изучение геологических, гидрогеологических, геомеханических и горнотехнических условий участка месторождения «Восход»	11
1.1 Общие сведения о месторождении «Восход».....	11
1.2 Горно-геологическая и горнотехническая характеристика.....	13
1.3 Вещественный состав, технологические свойства руд.....	18
1.4. Сдвигение горного массива и земной поверхности	21
1.6 Вскрытие запасов месторождения «Восход».....	24
Выводы по разделу 1.	26
2 Изучение методов выбора крепи и технология крепления выработки «Штрек», являющейся объектом исследования.....	28
2.1 Анализ применяемых технологических схем проведения подготовительных работ	28
2.2 Оценка степени устойчивости пород и принципы выбора типа и параметров крепи	29
2.3 Исследование металлических креплений, используемых при проектировании верхних горизонтов на руднике «Восход-Oriel»	31
2.4 Исследование эффективности применения анкерного крепления	38
2.5 Анализ конструкций анкерных репей и технология ее возведения.....	42
2.6 Машины и механизмы, применяемые при нагнетательном анкерировании	52
2.7 Меры безопасности при установке анкерного крепления.....	54
Вывод по второй части	55
3. Исследование технико-экономических показателей утвержденной для штрека таких креплений как металлическо арочное крепление и анкерное крепление с использованием полимерных материалов	57
3.1 Расчёт расходов на материалы при металлическом креплении штрека	57
3.2 Расчет затрат на использование усовершенствованного анкерного крепления с использованием полимерных материалов	58
Вывод по третьей части.....	60

4. Безопасность труда при прохождении выработки "Штрек" на руднике «Восход Ориель», Хромтау.....	61
4.1 Возможные вредные и опасные факторы на руднике «Восход Ориель»	61
4.2 Меры безопасности при проходке подземных горных выработок.....	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	63
Список использованной литературы.....	65

ВВЕДЕНИЕ

Значимость темы работы. Актуальность темы диссертации заключается в том, что работы по совершенствованию методов проведения и крепления подземных горных выработок является одной из важнейших проблем в области горного дела. Так как своевременный ввод горных выработок в эксплуатацию и обеспечение устойчивости этих горных выработок в течение всего срока службы, непосредственно способствуют непрерывной интенсивной добыче руды. Как известно, это влияет на производительность рудника. Поэтому тема данной диссертации является одной из актуальных проблем горного дела.

В работе рассматриваются вопросы по совершенствованию технологии крепления подземных горных выработок в горизонте -480 м шахты «Восход-Ориель» Хромтауского месторождения» в зависимости от особенностей поведения вмещающих пород и инженерно-геологических условий.

Цель работы. Обоснование применения эффективной крепи, повышающей технико-технологические, эксплуатационные, экономические показатели крепи и скорость проходки горных выработок в условиях шахты «Восход Ориель» Хромтауского месторождения (горизонт -480м).

Основная идея работы. При проходке горизонтальных подземных горных выработок в горно-геологических и гидрогеологических условиях шахты «Восход Ориель» является предоставление эффективности путем сопоставления технико-экономических показателей затрат на металлическую крепь, предусмотренных предыдущим проектом и затрат на усовершенствованную комбинационную крепь.

Объектом исследования является изучение конструктивных особенностей комбинационной крепи, применяемой в качестве постоянной крепи при проходке выработок «Штрек» горизонта-480 м месторождения Хромтау, шахты «Восход Ориель» и эффективности его применения.

Методы исследования. Для достижения поставленной цели необходимо рассчитать физико-механические свойства горных выработок, параметры устойчивости, расчет напряженно-деформационных условий по СНиП II-94-80, выбор типа эффективной крепи и составление паспортов крепления. Проведение тщательного анализа и экспертизы технологий крепления подземных выработок, в том числе сведений о технологии установки, применения комбинационных крепей в специальной литературе; для определения факторов, влияющих на состав, эксплуатационные качества и эффективность крепи с проведением лабораторных опытов, применять аналитические анализы и математические, компьютерные программно-графические методы (Autocad и др.).

Основные задачи исследований:

Выборка типа эффективной крепи, способной выдерживать подземные выработки «Штрек» постоянно до установленного срока службы в зависимости от конкретных условий объекта исследования, изучение их конструктивных особенностей и проведение анализов и экспертиз экономических показателей применения крепи:

1. Изучены физико-механические, устойчивые параметры массива горных пород, на которых проходит добыча «Штрек» в горизонтальном горизонте «Восход Ориель» Хромтауского месторождения и приняты по методике СНиП II-94-80, приемлемые для этих условий, которые могут выдерживать стабильно до планируемого срока службы. Установлено, что по СНиП II-94-80 рекомендуемые виды крепи могут применяться в форме заземления металлической арочной крепи и анкерной крепи.

2. Изучены технологические параметры металлической крепи и комбинационной крепи, предлагаемые к утверждению выработки «Штрек», являющегося предметом исследования, и технико-экономические показатели его применения. В результате исследования было установлено, что по длине растяжения выработки "Штрек" можно использовать химическое анкерное крепление в зависимости от параметров устойчивости массива горных пород.

3. Исследованы сравнительно рассчитанные технико-экономические показатели материалов, направляемых на металлическую арочную крепь с усовершенствованной химическим анкерированием. В результате установлено, что при применении комбинационной крепи размер затрат на крепежные материалы ниже в 1,5 раза.

4. Кроме того, в ходе исследований установлено, что скорость прохождения выработок с применением предлагаемой усовершенствованной комбинационной крепи будет выше в 1,3 раза, чем применение сплошной бетонной крепи.

Научная и практическая ценность работы. Основной научной и практической ценностью работы является то, что технико-экономические показатели крепления выработки химической анкерной крепью с изучением устойчивости горных выработок по длине натяжения выработки «Штрек», являющейся предметом исследования, в 1,5 раза ниже по сравнению с металлической крепью, предусмотренной в предыдущем проекте, стабильно способны удерживать выработку без повреждения до установленного срока службы и процесс установки крепи легкий и быстрый.

Публикации: Одна статья по теме диссертации опубликована в сборнике трудов Международной конференции «Сатпаевские чтения» (12.04.2020г.).

1 Изучение геологических, гидрогеологических, геомеханических и горнотехнических условий участка месторождения «Восход»

1.1 Общие сведения о месторождении «Восход»

Месторождение «Восход» расположено в Хромтауском районе Актюбинской области, в 110 км восточнее г. Актобе и в 10 км севернее г. Хромтау.

Ближайший населенный пункт п. Онгар (п. Сусановка), находится в двух километрах к югу-востоку от промплощадки рудника «Восход». На рисунке 1.1 представлена обзорная карта города Хромтау и предприятия «Восход».

Месторождение расположено в районе с развитой инфраструктурой. Основная отрасль промышленности горнодобывающая, на базе месторождений хромовых (ДГОК) и силикатно-никелевых руд (Батамшинский ГОК) Кемпирсайского массива. В 2,5–3,0 км севернее месторождения, вблизи шахты «Молодежная» ДГОКа, находится обогатительная фабрика, перерабатывающая хромовые руды. В 70 км от г. Хромтау находится рудник «50 лет Октября» по добыче медных руд.

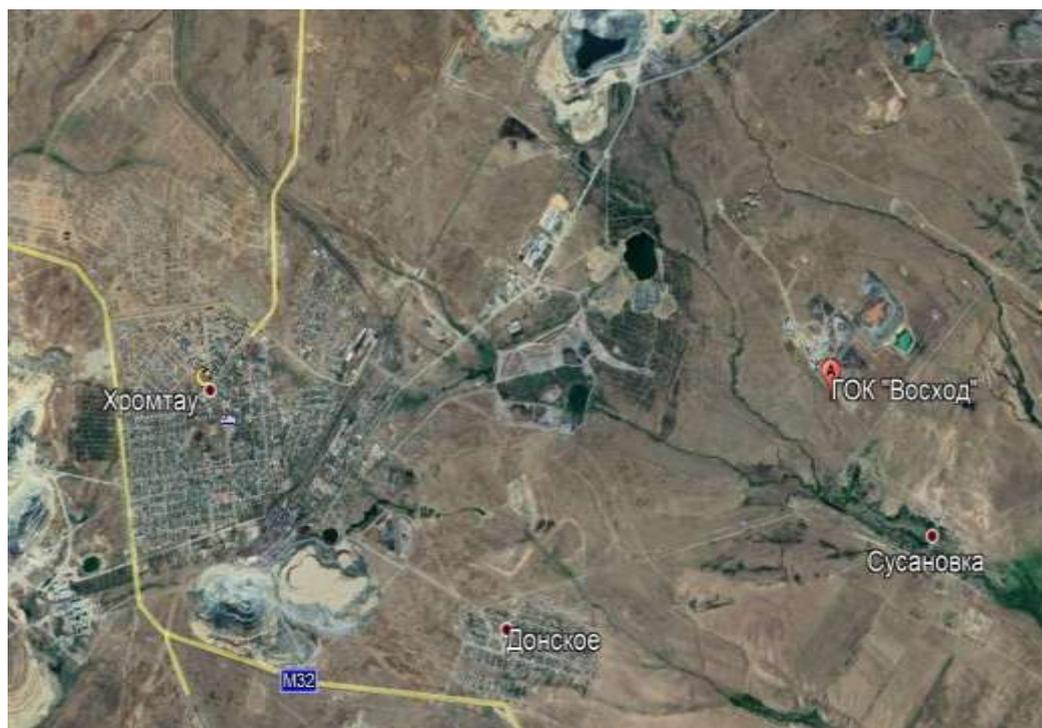


Рисунок 1.1 – Обзорная карта города Хромтау и предприятия «Восход»

Месторождения Кемпирсайского рудного района расположены на восточном склоне Орь-Илекского водораздела в Северных Мугоджарах. Рельеф месторождения «Восход» довольно ровный с абсолютными отметками от 400 до 412 м. Геологическая карта месторождения представлена на рисунке 1.2.

Гидрографическая сеть района месторождения представлена р. Акжар и ее притоком – ручьем Караагаш, который пересекает территорию месторождения с запада на восток, приток протекает на расстоянии 300-500 м южнее. Сама р. Акжар впадает в р. Катынадыр, а р.Катынадыр является притоком р. Орь. Глубокая балка ручья Караагаш на поверхности отделяет месторождения «Восход» и Караагашское.

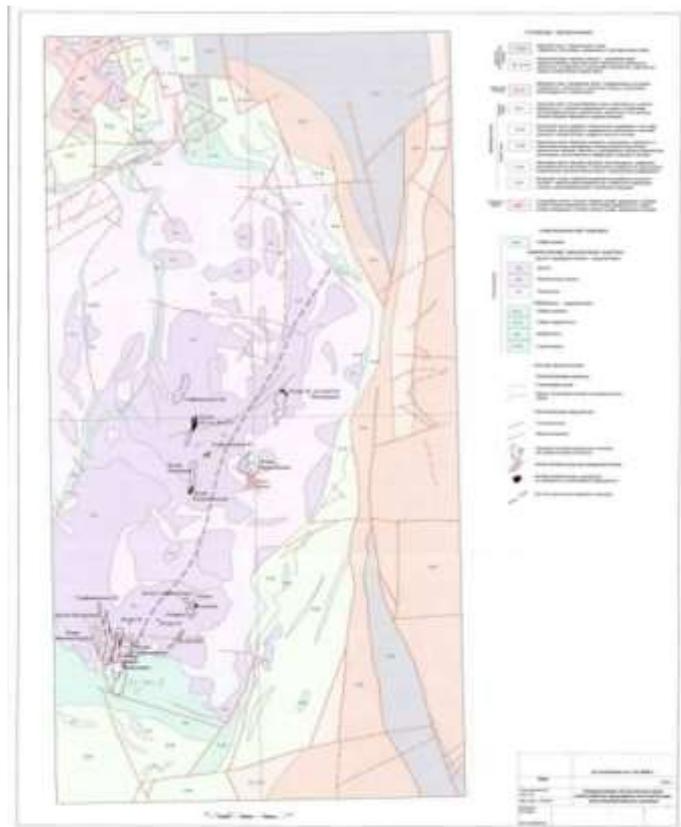


Рисунок 1.2 – Геологическая карта месторождения

Сведения о климате приведены по СНиП РК 2.04-01-2001 «Строительная климатология». Площадка проектируемой шахты находится в IIIА климатическом подрайоне.

Климат района – резко континентальный.

Среднегодовая температура воздуха составляет плюс 4,2° С. Абсолютная максимальная температура воздуха – плюс 42° С, абсолютная минимальная – минус 48° С.

Характерной особенностью климата являются почти постоянно дующие ветры. Преобладающее направление ветра в теплое время года – северо-западное, в холодное – южное. Средняя скорость ветра составляет 4,3-5,2 м/с, а в некоторых случаях (зимой) – до 15 м/с.

Лето – сухое и жаркое с незначительным количеством осадков. Среднегодовое количество осадков – 279 мм.

Устойчивый снежный покров устанавливается в третьей декаде ноября. Многолетняя средняя высота снежного покрова достигает 96 мм. Глубина промерзания грунта составляет от 1,5 до 2,0 м.

Транспортные условия района благоприятные. В трех километрах от месторождения проходит железная дорога, в одном — автомобильная. С г. Актобе сообщение производится по асфальтированному шоссе. В г. Хромтау расположена железнодорожная станция «Донская», через нее продукция рудника «Восход» поставляется на ферросплавные заводы России.

Энергообеспечение рудника производится от системы Актюбинской РЭК по линиям 220 и 110 кВ. В 650 м западнее месторождения проложена кабельная ЛЭП, а также линия телефонной связи.

Снабжение питьевой и технической водой предприятия может осуществляться из Донского водозабора, располагающего утвержденными запасами (Протокол ГКЗ СССР № 3666 от 12 мая 1962 года). Действующий водопровод проходит в 650 м к западу от рассматриваемого месторождения.

Местные строительные материалы имеются в достаточном количестве, представлены глиной, песком, гравием и щебнем.

1.2 Горно-геологическая и горнотехническая характеристика

Месторождение «Восход» приурочено к юго-восточной части Кемпирсайского ультрабазитового массива, характеризующегося высокой хромитоносностью. По составу массив является типичным представителем дунит-гарцбургитовой формации и вытянут в субмеридиональном направлении на 82 км. Ширина его в плане колеблется от 0,6 км на севере до 31,6 км на юге.

Ультрабазиты массива залегают среди осадочно-метаморфических толщ протерозоя и палеозоя, смятых в крупные складки. Палеозойские отложения распространены в его восточной части и сложены вулканогенно-осадочной толщей нижнего и среднего ордовика, а также осадочной толщей верхнего девона и верхнего карбона.

По геолого-геофизическим данным Кемпирсайский массив, имеющий форму лакколита, сложен в основном перидотитами. Остальные разновидности пород, включая дуниты, находятся в подчиненном количестве. Все эти породы в разной степени серпентинизированы вплоть до образования серпентинитов.

Предположительно образование хромитового оруденения произошло в нижнеордовикское время в завершающий этап формирования указанного интрузивного массива.

В целом хромитовые рудные тела залегают в пределах пяти сводовых поднятий упомянутого массива — Батамшинском, Степнинском, Юго-Западном, Тыгашсайском и Юго-Восточном.

Все промышленные месторождения высокохромистых руд сосредоточены в Юго-Восточном поднятии в пределах Главного рудного

поля и приурочены к дунитам. Хромитовые месторождения и рудопроявления расположены здесь в двух субмеридиональных зонах – Западной и Восточной.

Западная рудоносная зона протягивается на 22 км в северо-восточном направлении и включает месторождения: Миллионное, Алмаз-Жемчужина, Первомайское, № 16, 29, 29а, 31, 39, Хромтауское, Геофизическое VII, Комсомольское, № 4, Геофизическое V и III, им. XX лет КазССР, Геофизическое XII, Александровское и Июньское.

Восточная рудоносная зона имеет такую же ориентировку, что и Западная. В пределах ее находятся месторождения «Восход», Караагаш, № 21, Спорное, Спутник, Гигант, Геофизические II и VI, Соловьевское, им. XL лет КазССР-Молодежное и Вкрапленное.

Слагающие главное рудное поле руды отличаются высокохромистостью и низкоглиноземистостью. Залежи вытянуты здесь субмеридионально согласно общему простираению Кемпирсайского массива и отдельные из них осложнены пострудной тектоникой и пологой складчатостью. По данным «Отчета с подсчетом запасов хромовых руд месторождения «Восход» по состоянию на 1.01.2006 г. главное рудное поле выделено как Южно-Кемпирсайский район с разбивкой на ряд рудных полей. Месторождение «Восход» включено в Сарсайское рудное поле, где располагаются еще и месторождения им. XL лет Казахской ССР Молодежное, Геофизическое IX и X, Караагашское.

Месторождение «Восход» имеет простое геологическое строение.

Вся площадь месторождения сложена ультраосновными породами, которые повсеместно перекрыты рыхлыми палеоген–четвертичными отложениями мощностью 0,5–0,7 м, представленными суглинками и песчанистыми глинами с обломками нижележащих пород.

Ультраосновные породы на месторождении представлены в разной степени серпентинизированными беспироксеновыми дунитами, пироксеновыми дунитами и перидотитами. Участками породы превращены в серпентиниты, в которых практически отсутствуют признаки исходных пород.

Серпентинизированные дуниты и серпентиниты по дунитам слагают западную часть, а также нижние горизонты (100-250 м от поверхности) центральной и восточной частей месторождения. Серпентиниты по пироксеновым дунитам представляют собой промежуточную группу пород между дунитами и гарцбургитами. Серпентинизированные перидотиты слагают центральную и восточную части месторождения. Серпентиниты по лерцолитам встречаются крайне редко.

Среди распространенных на месторождении разнообразных ультраосновных пород рудовмещающими являются серпентинизированные пироксеновые дуниты и серпентиниты. Макроскопически серпентиниты по пироксеновым дунитам представляют собой зеленоватые, серовато-зеленые, темно-зеленые до черно-зеленых

мелкозернистые породы, в разной степени трещиноватые. Под микроскопом имеют массивную петельчатую структуру. В зависимости от степени серпентинизации эти породы состоят из серпентина (от 50 % до 85-90 %) и оливина (40 %), редко ромбического пироксена. Серпентин представлен двумя разновидностями – волокнистым хризотилом и пластинчатым антигоритом.

В приповерхностной части до глубины 60-80 м все разновидности ультраосновных пород выветренные, сильнотрещиноватые, раздробленные.

В структурном отношении «Восход», как и все месторождения данного рудного района, приурочено к слабо выраженному сводовому поднятию.

Балансовые запасы на месторождении подсчитаны в одном Основном рудном теле, четырех его апофизах и одной линзе.

В Основном рудном теле сосредоточено 93,3% балансовых запасов. Рудное тело представляет собой линзовидную залежь, вытянутую в северо-восточном 25-30 градусов направлении. Прослежено по простиранию на 700 м, падение юго-восточное под углами 35-40. Параметры Основного рудного тела приведены в таблице 1.1.

Залегают Основное рудное тело на глубине от 98 м на юго-западе с погружением на северо-восток до 460 м. Ширина его варьирует от 40 до 393 м, средняя ширина 220 м. Еще более резкие колебания наблюдаются в мощности – от 1,6 до 122,6 м, имея среднюю 37 м.

Таблица 1.1 – Параметры Основного рудного тела

№ профиля	Количество пересечений бал руд	Ширина р.т., м	Мощность, м		
			от	до	Средняя
29	1	40		4,3	4,3
28	1	45		4,4	4,4
27А	3	115	13,9	23,9	19,3
27	7	178	5,6	27,9	19,9
26	10	227	1,6	81,8	29,5
25	14	355	4,8	86,3	39,5
24	13	393	17	109,9	44
23А	7	326	8,8	122,05	45,3
23	10	346	8,2	122,6	65,5
22	9	306	12	97,5	42,7
21А	12	301	6	75,6	44,5
21	8	260	2,4	47,6	25
20А	5	195	12,2	48,8	29,8
20	4	195	4	29,6	14,7
Среднее	104	220	1,6	122,6	37,0

Основное рудное тело осложнено частыми пережимами, раздувами, апофизами и наличием во внутреннем строении безрудных «окон», прослоев и гнезд убогих руд.

Внутреннее строение Основного рудного тела обусловлено сложным взаимоотношением разных природных типов руд – сплошных, вкрапленных разной интенсивности, меняющихся по простиранию от профиля к профилю.

В краевых частях Основного рудного тела наблюдается несколько пониженная по сравнению с внутренними частями густота вкрапленности оруденения, внутренняя часть рудного тела характеризуется более густой вкрапленностью рудных минералов, наличием обособлений массивных (сплошных) руд.

Текстура хромовых руд характеризуется здесь большим разнообразием. Среди них выделяются вкрапленные, сплошные и нодулярные. Вкрапленности руд подразделяются на густо-, средне- и редковкрапленные. По размерам зерен хромшпинелидов во вкрапленных рудах выделяются мелкозернистые (до 1 мм), среднезернистые (1-3 мм) и крупнозернистые (□3 мм). В целом же на месторождении преобладают густовкрапленные средне- и крупнозернистые разновидности руд.

Вкратце о качестве руд. Более лучшее качество руд имеет Основное рудное тело, поскольку сложено оно в основном сплошными и густовкрапленными рудами. Линзы и апофизы же, располагаясь на флангах Основного рудного тела в лежащем боку и на его выклинивании, характеризуются наличием средне- и редковкрапленных руд более бедного качества.

Основное рудное тело имеет две апофизы в лежащем боку и две апофизы в висячем боку.

Апофиза № 1 отчленяется от основного тела с лежащего бока между профилями 27а-24, длина ее 170 м, при ширине от 35 до 45 м.

Апофиза № 2 наиболее крупная, гипсометрически располагается ниже апофизы № 1 и отходит от Основного тела между профилями 27-21, длина апофизы 301 м, ширина колеблется от 25 до 125 м.

Апофизы № 3 и 4 отчленяются с висячего бока от основного тела, их длина от 70 до 60 м при ширине 120 и 30 м.

Линза 2 вскрыта скважиной № 189 на профиле 24. Размеры в плане 30х35 м при мощности 22 метра.

В целом горно-геологические условия разработки месторождения «Восход» аналогичны эксплуатируемым месторождениям Кемпирсайского ультраосновного массива и характеризуются как сложные, а горнотехнические условия – как весьма сложные.

Породы комплекса рыхлообломочных отложений характеризуется плотностью от 1,8 до 2,3 т/м³, коэффициентом крепости по шкале М.М. Протодяконова, в основном, от 1 до 2. Глинистые разности в зоне аэрации имеют твердую и полутвердую консистенцию. Коэффициент разрыхления

составляет от 1,2 до 1,4. Подземные воды вскрываются на глубинах от 6,0 до 18,5 м.

Выветренные, карбонатизированные, мелкоблочные серпентиниты (щебенисто-глыбовая кора выветривания) развиты в среднем до глубины 50 м. По зонам тектонических нарушений глубина их развития иногда достигает до 80–110 м. Породы, в основном, характеризуются коэффициентами крепости ($f =$ от 2 до 4), плотностью – от 2,3 до 2,6 т/м³, имеют коэффициент разрыхления 1,3–1,5 и плотность в разрыхленном состоянии от 1,7 до 2,0 т/м³. Естественная влажность пород изменяется в пределах от 2 до 8 %.

Скальные невыветренные породы характеризуются, в основном, как породы средней крепости и крепкие, имеют коэффициент крепости ($f =$ от 6 до 10), плотность пород изменяется в пределах от 2,4 до 2,85 т/м³, коэффициент разрыхления – 1,6 и плотность в разрыхленном состоянии – 1,8 т/м³. Естественная влажность, в основном, не превышает 3 %, пористость составляет от 0,6 до 5 %.

Руды месторождения «Восход» представлены, в основном, крепкими кусковатыми (раздробленными) разностями и рыхлыми (сыпучими). Участками встречаются порошкообразные руды, но их количество незначительное и в целом по месторождению не превышает 4,0 % от объема извлеченного кернового материала.

Крепкие хромовые руды имеют довольно высокие прочностные свойства и характеризуются коэффициентом крепости $f =$ от 6 до 10, плотностью от 3,2 до 3,95 т/м³ в зависимости от степени разрушенности и содержания окиси хрома. Пористость их колеблется в пределах от 3 до 5 %, влажность естественная (в массиве) редко достигает 5 % и в среднем составляет 0,36 %. Коэффициент разрыхления равен 1,6, объемная масса в насыпном виде (для отбитой руды) может составлять до 2,5 т/м³. Категория по буримости этих руд VI–VII, реже VIII.

Рыхлые руды имеют коэффициент крепости $f =$ 2–6, чаще до 4, плотность от 2,9 до 3,8 т/м³ в зависимости от содержания в них окиси хрома. Обладают повышенной по отношению к крепким рудам пористостью (до 10–15 %), естественная влажность их может достигать от 2 до 15 %, объемная масса в разрыхленном состоянии составляет от 2,0 до 2,3 т/м³. Категория буримости – от III до IV.

Прочностные характеристики горных пород и руд в массиве определяются в большей степени их трещиноватостью.

Глинистые и рыхлообломочные образования вскрываются только наклонным съездом и шахтными стволами. Эти породы по принятой для хромитовых месторождений района классификации относятся к крайне неустойчивым.

В целом для месторождения «Восход», как и для всех хромитовых месторождений Кемпирсайского массива усредненные значения предела прочности на сжатие можно принять равным 60 МПа для породы и 35 МПа

□ для руды, предел прочности на растяжение – 6,0 МПа для породы и 3,5 МПа □ для руды.

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

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

По данным «Отчета с подсчетом запасов ...» гамма-фон на территории месторождения «Восход» изменяется в пределах от 9 до 17 мкР/ч и соответствует средним значениям по Актюбинской области. Для территории месторождения эффективная годовая доза гамма-излучения составляет 1,49 мЗв (0,19 бэр), что намного ниже допустимой нормы (5 мЗв/год) и по требованиям норм радиационной безопасности (НРБ–99) хозяйственная деятельность для любых профессий и производств на этой территории в радиационном отношении не ограничена.

Сейсмичность района расположения месторождения «Восход» в соответствии со СНиП РК 2.03–30–2006 «Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования» составляет 5 баллов, поэтому дополнительные требования к строительным конструкциям не предъявляются.

Усредненные значения коэффициента разрыхления для скальных рудовмещающих пород и для руд месторождения составляют 1,5–1,6.

1.3 Вещественный состав, технологические свойства руд

«Восход» относится к промышленному типу позднемагматических месторождений.

Руды месторождения «Восход» по своему вещественному составу и технологическим свойствам являются полными аналогами разведанных и эксплуатируемых месторождений хромовых руд Кемпирсайского массива.

Изучение вещественного состава и технологических свойств руд месторождения «Восход» выполнялось на пробах, скомпонованных из керна скважин, которые характеризуют практически всё месторождение.

По текстурным особенностям хромовые руды, с учетом густоты вкрапленности зерен хромшпинелидов, разделяются на густо-, средне-, редко-, и убоговкрапленные. Макроскопически, в зависимости от величины зерен хромшпинелидов, выделяются мелко-, средне-, крупно- и разнозернистые руды. Текстуры руд массивные, полосчатые, пятнистые.

Минеральный состав хромовых руд месторождения Восход представлен в таблице 1.2. Руда состоит из хромшпинелидов, серпентина. В небольшом количестве присутствуют минералы железа: магнетит и гидроокислы, реже отмечаются хромсодержащий уваровит, халькопирит и железоникелевый сульфид.

Нерудные минералы представлены серпентином, реже оливином, который является реликтовым минералом и располагается в центре петель серпентина, а также бруситом и карбонатом.

Таблица 1.2 – Минеральный состав проб руды месторождения Восход

Название минералов	Проба 1 (1989г.)	Проба 1 (1991г.)	Проба 2	Руда месторож- дения в целом
	Содержание, %			
Хромшпинелид	70,0	81,0	61,0	67,0
Уваровит	0,5	0,2	0,2	0,3
Серпентин	25,3	14,0	27,5	25
Брусит	2,7	1,8	5,0	3,8
Оливин	ед.зн	1,7	3,0	1,5
Хлорит	0,2	0,5	1,0	0,6
Магнетит, гидроокислы железа	1,3	0,8	2,3	1,8
Сульфиды				
ИТОГО	100,0	100,0	100,0	100,0

Руды месторождения являются высокохромистыми. Основной полезный минерал – хромшпинелид, содержит до 70 % Cr₂O₃. В таблице 1.3 показано распределение Cr₂O₃ по рудным минералам. По минеральному виду рудных хромшпинелидов относятся к магнохромиту, реже – к хромпикотиту. Другой хромсодержащий минерал уваровит содержится в незначительном количестве (до 0,2–0,5 %).

Данные фазового анализа – формы связи оксида хрома и железа с минералами

Таблица 1.3 – Распределение Cr₂O₃ по рудным минералам

Содержание Cr ₂ O ₃ , % абсолютн. (от – до)			
Распределение Cr ₂ O ₃ , % относит. (от – до)			
в хромшпинелиде	с гидроокислами железа	с уваровитом	всего
39,05 – 50,02	0,156 – 0,45	0,176 – 0,51	39,9 – 50,35
98,88 – 99,35	0,31 – 0,95	0,35 – 1,117	100

Результаты фазовых анализов свидетельствуют, что независимо от содержания Cr₂O₃ в рудах, основная его масса (свыше 97,88 %) связана с хромшпинелидами, и лишь незначительная часть – с гидроокислами железа и уваровитом.

Основная масса железа в рудах также связана с хромшпинелидом. Со снижением содержания оксида хрома в рудах снижается и содержание железа. Содержание суммарного железа, в пересчете на закись, колеблется от 4,23 (в убогих рудах) до 10,86 % в богатых.

Химический анализ проб выполнялся в разные периоды разведки АО «Актюбинская геологическая лаборатория», ТОО «СЕВКАЗГРА ПЛЮС» и в АО «Центргеоланалит».

Среднее содержание Cr₂O₃ в рудах колеблется от 50,35 до 10 %, среднее содержание Cr₂O₃ в балансовых рудах по результатам подсчета запасов 2006 года – 47,09 %.

Исследования технологических свойств хромовых руд месторождения «Восход» выполнялись «Уралмеханобром» в 1989 году на базе технологической пробы весом 214,6 кг с содержанием Cr₂O₃ – 45,44 %. Кроме того, в 1991 году были отобраны дополнительно более представительные пробы с широким диапазоном содержания оксида хрома – 14,89-52,35 %.

Обогатимость руд изучалась на крупности исходного материала с учетом технических условий на товарную продукцию.

При выполнении исследований на обогатимость проб руды за основу была принята схема «Уралмеханобра», действующая на ДОФ–2. Многолетний опыт (более 30 лет) работы обогатительных фабрик ДГОКа по переработке хромовых руд Кемпирсайского массива, свидетельствует об эффективности разработанной «Уралмеханобром» технологической схемы.

Схема обогащения и полученные показатели на пробах руд месторождения «Восход» полностью согласуются с действующей схемой

ДОФ–2 ДГОКа. Выделяются 2 технологических сорта руд – богатые (>45% Cr₂O₃) и рядовые. Доля подсчитанных богатых руд от балансовых составляет 67,5 %, в эксплуатационных запасах доля богатых руд составляет 51 %, рядовых – 49 %.

1.4. Сдвигение горного массива и земной поверхности

Месторождение «Восход» разрабатывается подземным способом. Подземная разработка рудных месторождений неизбежно сопровождается деформированием горного массива, а по мере увеличения выработанного пространства процесс сдвижения достигает земной поверхности.

На форму проявления, характер и параметры процесса сдвижения массива пород и земной поверхности влияют основные факторы:

- формы и размеры выработанного пространства;
- глубина отработки;
- углы падения рудных тел и вмещающих пород;
- физико-механические свойства руд и пород;
- системы разработки;
- обводненность месторождения.

Месторождение «Восход» относится к разряду неизученных по процессу сдвижения горного массива.

Скальный массив имеет блочное строение, породы не слоистые. Месторождение представлено практически одним крупным компактным рудным телом линзовидной формы. Рудное тело вытянуто в северо-восточном направлении и имеет падение на юго-восток под углами 35–40 градусов.

По геологическим особенностям и вещественному составу руд и пород месторождение «Восход» идентично с эксплуатируемыми месторождениям Кемпирсайского массива. В таблице 1.4 представлены краткие характеристики руд и вмещающих пород.

Числовые значения нормативных угловых параметров сдвижения составляют:

- по висячему боку β – 600;
- по лежащему боку γ - 600;
- по простиранию δ - 650.

Как видно расчетные показатели углов зоны сдвижения по своим значениям очень близки к значениям углов эксплуатируемых аналогичных месторождений Кемпирсайского массива.

В связи с этим для месторождения «Восход» проектом приняты следующие углы сдвижения:

- по висячему боку β – 600;
- по лежащему боку- γ - 600;
- по простиранию- δ - 650.

В наносах и выветренных коренных породах углы сдвижения приняты одинаковыми во всех направлениях и составляют 450 .

Углы обрушения:

- по висячему боку β – 650;
- по лежащему боку- γ - 650;
- по простиранию- δ - 700.

Таблица 1.4 – Краткие характеристики руд и вмещающих пород

Наименование	Показатели
1. Глубина залегания, м	От 98 до 460
2. Протяженность месторождения, м.	700
3. Мощность рудного тела, м	От 1,6 до 122,6 (средняя 37)
4. Угол падения рудного тела, град.	35 ÷ 40
5. Устойчивость вмещающих пород.	Ограниченно-устойчивые
6. Объемная масса, т/м ³	
- руды;	3,65
- породы;	2,6
7. Коэффициент крепости по Протоdjяконову:	
- руды;	6 ÷ 8 (иногда рыхлая-2)
- породы;	6 ÷ 8 (выветренные-2÷6)
8. Коэффициент разрыхления:	
- руды	1,6
- породы	1,6
9. Естественная влажность, %:	
а) Руды:	1,0
б) Породы	2 ÷ 5

Предполагаемые зоны опасных деформаций, обрушения и воронкообразования отстроены от всех балансовых запасов категории С1+С2 по графическим материалам «Отсчет с подсчетом запасов хромовых

руд месторождения «Восход» и нанесены на геологических разрезах и планах горизонтов.

Сейсмичность территории менее 6 баллов. Руды месторождения относятся к несамовозгорающимся.

В 2016 году проведено геотехническое бурение на месторождении «Восход», по результатам которого выявлены системы трещин, а также производится систематическое геологическое описание груди забоя представленные на рисунках 1.3 и 1.4.

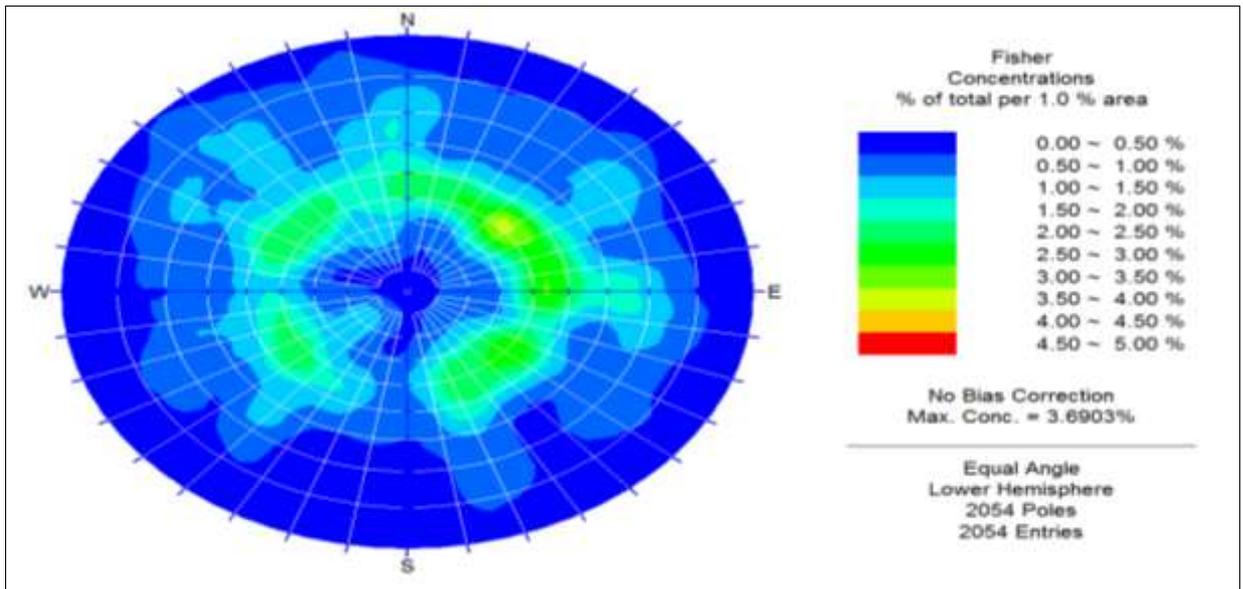


Рисунок 1.3 – Трещины по описанию груди забоя

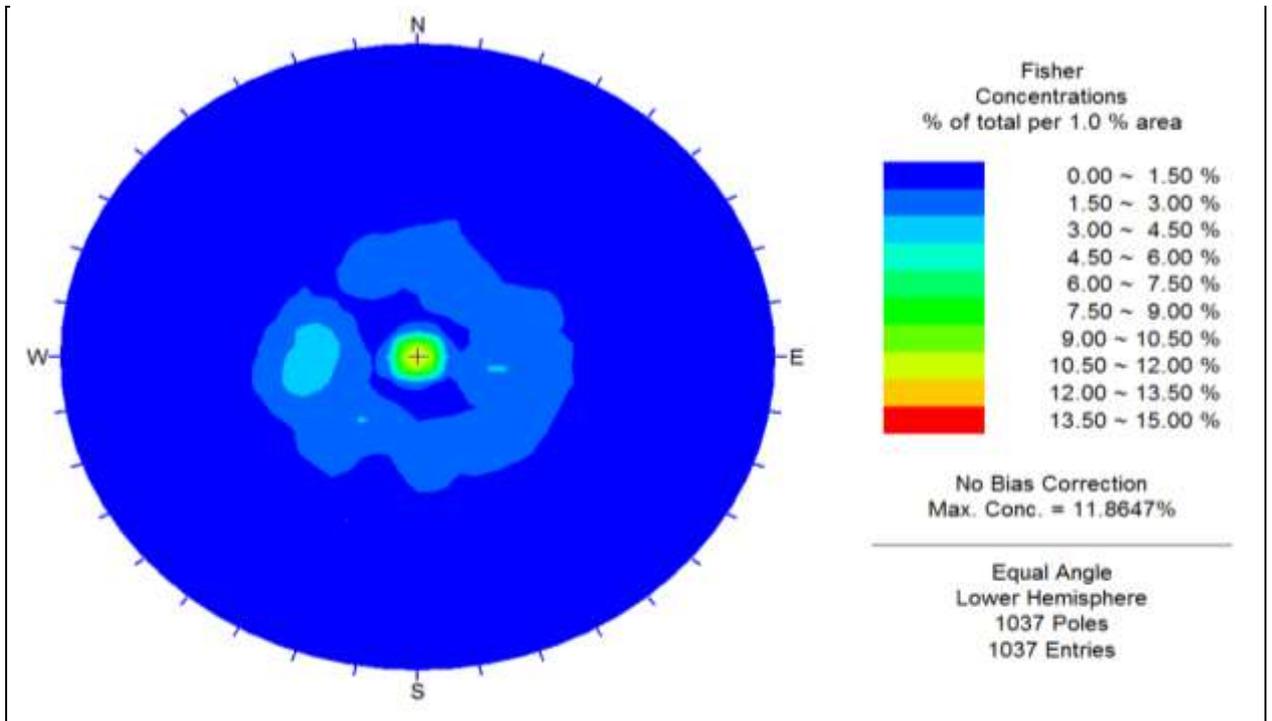


Рисунок 1.4 – Трещины по описанию геотехнических скважин

В конце 2016 года производилось испытание по определению напряженно-деформированного состояния массива. По результатам, которого определено направление и значение главных напряжений:

- максимальное главное напряжение $S_H = 18,1 \text{ МПа} \pm 0,2 \text{ МПа}$;
- промежуточное главное напряжение $S_v = 12,1 \text{ МПа} \pm 0,2 \text{ МПа}$;
- минимальное главное напряжение $S_h = 9,7 \text{ МПа} \pm 0,2 \text{ МПа}$.

Среднее простирание направление главного горизонтального напряжения $S_H 147^\circ \pm 4^\circ$.

Отработка подэтажей производится ортовой подготовкой и штрековой очистной выемкой. Направление штреков расположено по направлению главного максимального напряжения.

1.6 Вскрытие запасов месторождения «Восход»

Отработка вскрытых запасов осуществляется по утвержденному локальному проекту ТОО «Востокшахтостройпроект». На рисунке 1.5 показана схема вскрытия месторождения Восход.

Вскрытие месторождения, исходя из горнотехнических условий, осуществляется в три очереди:

- вскрытие месторождения в интервале подэтажей плюс 180 м -плюс 100 м;
- вскрытие месторождения в интервале подэтажей плюс 100 м – минус 20 м;
- вскрытие месторождения в интервале подэтажей минус 20 м – минус 60 м;
- Вскрытие месторождения в интервале подэтажей плюс 180 м - плюс 100 м.

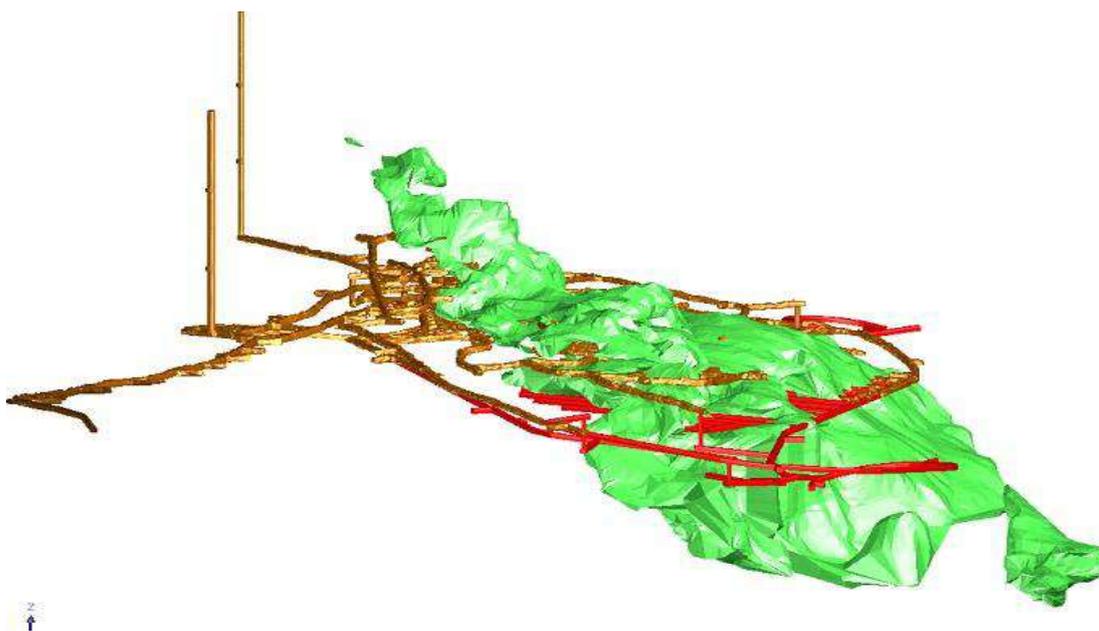


Рисунок 1.5 – Схема вскрытия месторождения Восход

Для вскрытия запасов месторождения предлагается пройденный автотранспортный уклон сечением в свету 25,8 м² до отметки плюс 153,6 м пройти (углубить) сечением в свету 25 м² за зоной сдвижения до горизонта плюс 100 м.

На флангах месторождения (за зоной сдвижения) предусматривается проходка лифтовых восстающих № 1 диаметром в свету 4 м с горизонта плюс 180 м и № 2 с подэтажа плюс 160 м до горизонта плюс 100 м. Лифтовые восстающие оборудуются подъемными установками типа «Алимак U-600» грузоподъемностью 1000 кг, количество пассажиров 9 человек. Лифтовые восстающие сбиваются с горизонтами и используются в качестве механизированных запасных выходов на горизонт плюс 180 м.

На горизонте плюс 180 м и подэтаже плюс 160 у лифтовых восстающих № 1 и № 2 предусматривается нахождение автобусов для перевозки людей в аварийный период по автотранспортному уклону на поверхность или к стволу «Вентиляционно - Нагнетательный» для дальнейшей выдачи людей по стволу на поверхность подъемной установкой «Алимак U-600». Кроме автобусов, у лифтовых восстающих предусматриваются камеры аварийного воздухообеспечения (КАВС) на случай окончания действия самоспасателей.

На флангах месторождения на каждом подэтаже предусматривается проходка вентиляционно-ходовых восстающих (ВХВ) для подачи свежего воздуха, а в центральной части проходится вентиляционно-ходовой восстающий для выдачи загрязненного воздуха.

Вентиляционно-ходовые восстающие служат для передвижения людей с подэтажа на подэтаж и используются в качестве запасных выходов в аварийный период.

Автотранспортный уклон проходится под углом 7°, предназначается для спуска-подъема людей, материалов, для выдачи горной массы и отработанного воздуха.

С автотранспортного уклона проходится с обратным уклоном 2° подэтажный вскрывающий заезд в сторону рудного тела на транспортный штрек (на отметку штофа, намечаемого к вскрытию подэтажа).

Транспортные штофы проходятся на расстоянии 15-20 м от контура рудного тела с уклоном 0,004 промили в сторону временных водосборников, располагаемых на правом фланге в районе лифтового восстающего № 2. На транспортных штофах предусматриваются зумпфы для сбора шахтной воды.

На горизонте плюс 100 м предусматривается строительство участковой перекачной насосной станции у лифтового восстающего № 2.

С подэтажного транспортного штофа проходятся через 14 м рудные орты. Отбитая руда из очистных работ и горная масса от проходческих работ доставляется ПДМ TORO-1400, Sandvik SH 521 по рудным ортам и по транспортному штофу до перегрузочных ниш или непосредственно перегружаются в автосамосвалы TORO-40D для дальнейшей выдачи по автотранспортному уклону на поверхность.

Вскрытие месторождения в интервале подэтажей плюс 100 м – минус 20 м.

Вскрытие запасов месторождения ниже горизонта плюс 100 м предполагается осуществить с автотранспортного уклона, который проходится (углубляется) с уровня горизонта плюс 100 м до подэтажа минус 40 м.

На флангах месторождения с приближением к рудным телам, предусматривается проходка за зоной сдвижения лифтовых восстающих № 3 и № 4 с уровня горизонта плюс 100 м до подэтажа минус 20 м. Лифтовые восстающие оборудуются подъемными установками «Алимак U-600» грузоподъемностью 1000 кг, количество пассажиров 9 человек. Лифтовые восстающие № 3 и №4 предназначаются для выдачи людей на горизонт плюс 100 м для дальнейшей выдачи людей на горизонт плюс 180 м по лифтовым восстающим № 1 и на подэтаж плюс 160 лифтовым восстающим № 2. На сбойках лифтовых восстающих № 3 и № 4 с подэтажом минус 20 м устанавливаются передвижные камеры аварийного воздухообеспечения (КАВС).

На флангах месторождения проходятся воздухоподающие вентиляционно-ходовые восстающие, в центральной части месторождения проходятся воздуховыдающие вентиляционно-ходовые восстающие.

Технология вскрытия, подготовка и обработка эксплуатируемых подэтажей к очистной выемке остается как при вскрытии месторождения первой очереди, выдача горной массы от очистных и проходческих работ производится автосамосвалами типа TORO 40 D по автотранспортному уклону на поверхность.

Вскрытие месторождения в интервале подэтажей минус 20 м-минус 60 м.

Вскрытие подэтажа минус 40 м осуществляется автотранспортным уклоном, двумя воздухоподающимивентиляционно-ходовыми восстающими высотой 20 м и одним воздуховыдающим вентиляционно-ходовым восстающим высотой 20 м.

Вскрытие запасов горизонта минус 60м предполагается осуществить автотранспортным уклоном, двумя воздухоподающимивентиляционно-ходовыми восстающими высотой по 20 м и двумя воздуховыдающими вентиляционно-ходовыми восстающими.

На правом фланге у воздуховыдающеговентиляционно – ходового восстающего (ВХВ № 35) предусматривается строительство участковой перекачной станции на горизонте минус 60 м.

Выводы по разделу 1.

Месторождение Восход представлено практически одним крупным компактным рудным телом линзовидной формы с четырьмя его апофизами и одной линзой. В плане размеры его составляют 700x122 м. Оруденение

распространено на глубинах 98÷460 м. Рельеф поверхности района характеризуется абсолютными отметками от 1400 до 1412 м. Основное рудное тело по простиранию представляет собой вытянутую в северо-восточном (25-30°) направлении линзовидную залежь, по падению юго-восточное - под углами 35-40°.

Вмещающие породы представлены серпентинизированными дунитами, пироксеновыми дунитами и перидотитами. В верхней части измененные процессом выветривания, а в нижней части - маловыветренные.

Основная рудная залежь осложнена частыми пережимами, раздувами, апофизами и наличием во внутреннем строении безрудных «окон», прослоев и гнезд убогих руд.

Залегают Основное рудное тело на глубинах от 98 м на юго-западе с погружением на северо-восток до 460 м.

По данным проведенных гидрогеологических исследований обводненность горных выработок ожидается незначительной. Однако, имеющиеся в породах поверхности скольжения, смоченные подземными водами, могут способствовать деформации пород и обрушению стенок выработок.

Месторождение характеризуется инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями средней сложности. Породы и руды слабоустойчивые из-за разной степени их трещиноватости.

Сейсмичность территории менее 6 баллов. Руды месторождения относятся к несамовозгорающимся

2 Изучение методов выбора крепи и технология крепления выработки «Штрек», являющейся объектом исследования

2.1 Анализ применяемых технологических схем проведения подготовительных работ

В настоящее время при подземной разработке полезных ископаемых при проходке и для крепления горных выработок применяются различные виды схем крепления. Опасность подготовительных работ заключается в том, что наблюдается высокая вероятность обрушения горных пород. Устойчивость и характер обрушаемости определяется не общей мощностью пород, а мощностью обособленных слоев, на которые они расслаиваются. Горные породы имеют природную и тектоническую трещиноватость, которая и влияет на их устойчивость.

В результате проходки горных выработок, которые могут вестись комбайновым или буровзрывным способами, возможно увеличение системы трещин, что повышает вероятность разрушения горных пород. Поэтому для повышения безопасности горнопроходческих работ применяют различные виды временных крепей: деревянные, анкерные и другие.

На горных предприятиях производится выбор рационального способа крепления и управления кровлей, который утверждается руководством предприятия в специальном паспорте. В нем определены принятые для данной выработки безопасные способы управления кровлей и крепления, вид и конструкция крепи, последовательность выполнения технологических операций, объем работ, потребность в крепежных материалах.

В связи с увеличением потребности промышленности в руде возникла необходимость в применении высокопроизводительных очистных комплексов. Это можно обеспечить за счет применения современных схем крепления горных выработок, которые уменьшают время на проходку одного погонного метра выработки.

В настоящее время применяются различные технологические схемы крепления горных выработок как на рудниках, так и на угольных шахтах, различающихся трудоемкостью работ и областью их применения.

По роду выработок крепь подразделяется на крепь капитальных, подготовительных и очистных выработок. По основному материалу крепь принято делить на *металлическую, бетонную (каменную), железобетонную, деревянную и смешанную*. По конструктивному исполнению крепь может быть *рамного типа*, характеризуемого определенным расстоянием между рамами или арками по длине выработки, *сплошной* и *анкерной*. По периметру поперечного сечения крепь может иметь *незамкнутый* или *замкнутый* контур. Если крепь служит только для поддержания выработки в безопасном и рабочем состоянии в течение небольшого промежутка времени до момента установки основного вида крепи, она относится к *временной*, а основная крепь - к *постоянной*.

Штанговая крепь предназначена для повышения устойчивости пород. Эта крепь предотвращает вывалы горных пород, увеличивает сроки их устойчивого стояния и повышает безопасность горных работ.

Торкрет-бетонная крепь относится к типу упрочняющей и изолирующей крепи, предохраняет обнаженные горные породы от воздействия рудничной атмосферы и повышает устойчивость пород на контуре выработки.

Комбинированная крепь (торкрет-бетон, в сочетании со штангами) представляет конструкцию, где основным грузонесущим элементом являются горные породы, связанные между собой штангами в одно целое, а торкрет-бетон, предохраняя горные породы от выветривания, способствует сохранению постоянных параметров штанговой крепи.

Рассмотри одну из перспективных схем крепления горных выработок - анкерное крепление .

Анкерная крепь нашла широкое распространение при проведении горных выработок, при охране горных выработок от обрушения горных пород, что способствует повышению устойчивости горному давлению. Конструкция и параметры крепи должны соответствовать условиям применения и обеспечивать устойчивое состояние кровли и боков выработок в течение всего срока их службы. Анкерная металлическая крепь применяется в капитальных, подготовительных и очистных выработках самостоятельно или в сочетании с рамной крепью, проволочной сеткой или набрызгбетоном при наличии в непосредственной кровле вблизи контура выработки слоистых пород, пропластов слабых пород небольшой мощности, над которыми залегают монолитные или слаботрещиноватые крепкие породы.

Целесообразность и параметры крепления горных выработок анкерной (штанговой), торкрет-бетонной или комбинированной крепью определяется исходя из оценки устойчивости выработок.

2.2 Оценка степени устойчивости пород и принципы выбора типа и параметров крепи

Тип крепи выработок следует выбирать в зависимости от категории устойчивости пород, окружающих выработку. Под устойчивостью пород понимают степень тяжести проявлений горного давления в выработке, в зависимости от которой требуется определенные средства и мероприятия по креплению и поддержанию выработки.

За критерий отнесения выработки к соответствующей категории устойчивости принимается расчетная величина максимальных смещений пород на контуре поперечного сечения за весь срок службы выработки. Такая разбивка степени устойчивости пород и их смещений по категориям дана в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Категории устойчивости пород в горных выработках

Категории устойчивости	Оценка состояния устойчивости	Смещения контура выработки U, мм
I	Устойчивое	До 50
II	Среднеустойчивое	50÷200
III	Неустойчивое	200÷500
IV	Очень неустойчивое	Более 500

Выбор типов крепи для горизонтальных и наклонных горных выработок вне зоны влияния очистных работ рекомендуется производить с учетом категории устойчивости пород и следующих требований и положений:

– в породах I категории устойчивости – рекомендуется устанавливать анкерную или набрызгбетонную крепь толщиной не менее 30 мм. В монолитных, малотрещиноватых породах допускается оставление выработок без крепи;

– в породах II категории устойчивости – монолитную бетонную крепь, комбинированную из набрызгбетона толщиной не менее 50 мм с анкерами и металлической сеткой или без нее, рамную крепь из железобетонных стоек с металлическими верхняками, сборную тубинговую, металлическую податливую крепь без обратного свода, анкер-металлическую, металлическую арочную крепь с набрызгбетонным покрытием и тампонажем закрепного пространства;

– в породах III и IV категории устойчивости – сборную тубинговую и блочную, а при соответствующем обосновании металлобетонную, металлическую податливую и анкер-металлическую крепи; при этом в породах почвы I и II категорий устойчивости в крепи указанных типов обратный свод не предусматривается.

В породах почвы III и IV категории устойчивости крепи, как правило, должны быть с обратным сводом. В этих породах допускаются крепи без обратного свода, но с обязательным осуществлением мероприятий по уменьшению смещений почвы путем упрочнения пород цементацией, анкерованием или разгрузкой массива. Необходимость возведения обратного свода и его параметры определяются на основе расчета смещения пород почвы, податливости забутовки и отпора крепи, а также с учетом времени установки крепи.

2.3 Исследование металлических креплений, используемых при проектировании верхних горизонтов на руднике «Восход-Oriel»

Физико–механические свойства вмещающих пород и руд месторождения «Восход» идентичны с таковыми других месторождений Кемпирсайского рудного района. Наряду с участками с устойчивыми скальными породами на месторождении выделяются выветрелые и ослабленные зоны, особенно в кровле рудной залежи обусловленные развитием трещиноватости и метасоматическими изменениями вмещающих пород.

Основным фактором, определяющим прочностные и деформационные свойства горных пород и руд, является их трещиноватость. По степени трещиноватости горные породы месторождения делятся на: слаботрещиноватые размер структурного блока $(h) > 0,25$ м; среднетрещиноватые $h = 0,15 - 0,25$ м; сильнотрещиноватые $h = 0,10 - 0,15$ м и раздробленные $h < 0,10$ м.

Величина удельной трещиноватости пород надрудной толщи составляет в среднем 3–7, но на отдельных участках достигает 30–40. Наиболее трещиноватыми и раздробленными являются хромовые руды и породы вблизи кровли рудного тела (мощностью 40–50 м над рудой). Кусковатые руды содержат примесь рыхлого материала. Количество «порошковых» руд изменчиво и колеблется от 2 до 4% и в редких случаях более значительно. В связи с интенсивной трещиноватостью и раздробленностью пород вблизи кровли рудного тела они будут мало устойчивыми и могут образовать купола и вывалы. На таких участках требуется надежное крепление горных выработок. Кроме того, в местах возможного заложения шахтных стволов и капитальных горных выработок рекомендуется бурение опережающих скважин для детального изучения физико–механических свойств пород, зон дробления и трещиноватости пород и выдачи опережающего прогноза

Учитывая значительную трещиноватость горных пород и недостаточную изученность их устойчивости, проектом при подсчете объемов горнокапитальных работ предусматриваются тяжелые виды крепи протяженных выработок:

- металлическое арочное крепление из спецпрофиля с железобетонной затяжкой – 50%;

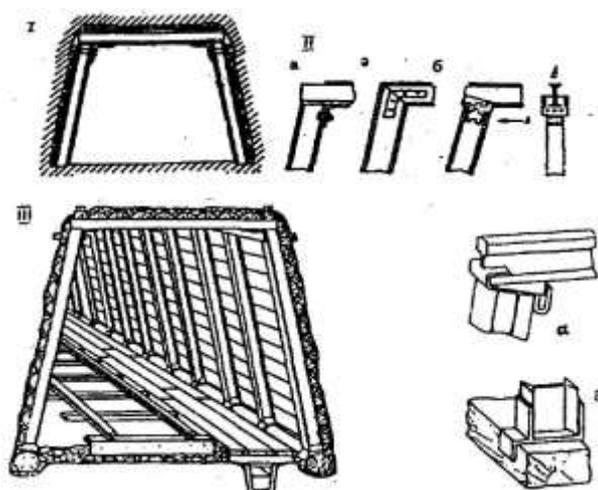
- монолитным бетоном – 40%;

- торкрет-бетон – 10%.

Большую часть выработок на руднике «Восход-Oriel» закрепляют преимущественно *металлическими постоянными крепями*. Металлические крепи, по сравнению с деревянной крепью, устойчивы к давлению и пожароустойчивы и могут быть сняты и использованы повторно. Металлические крепи состоят из деталей, которые могут быть образованы в виде сидящего тройника, пятиугольника или круглого кольца.

Металлические крепи изготавливаются из металла формы швостра, швеллера и специальных стальных профилей повышенной грузоподъемности, называемых СВП. В некоторых случаях в качестве крепежного материала используется старые железнодорожные рельсы. Крепежные рамы прямоугольные, преимущественно трапециевидные. Металлические крепи имеют жесткие и сидящие конструкции в зависимости от величины горного давления в выработке. Выработки закрепляют в постоянных породах и строго устойчивой металлической крепью с небольшим количеством поступающего в нее горного давления. Выработки крепятся полностью или частично рамными с жесткими металлическими затворами трапециевидной формы.

Конструкция полурамная крепь состоит из двух опор, вывески и подкладки (прокладки). Вывеска соединяется с болтами с применением угольников, накладок и литых башмаков приведена на рисунке 2.1.



I-вид поперечного сечения крепи; II-виды соединения перемычек и опор крепи; а-через угольник; ае - через нашивку; б-через залитую подошву; III-вид выработки, закрепленной полурамной крепью с рамой; а – перегиб перемычки и опоры; б - нижняя часть опоры

Рисунок 2.1 – Жесткая рамная металлическая крепь трапециевидной формы

Металлические крепи устанавливаются вдоль выработки между ними 0,5-1,5 м. Способы установки как бы устанавливают деревянные крепи. После установки они подвергаются испытаниям, выбиваемым против друг друга. Во избежание обвалов между ними пород, кровля и стены с наружной стороны крепи закрываются деревянными, металлическими или железобетонными лотками. Пустые полости между потолком и стенами выработки с лотками заполняют породами.

Рамные стойкие крепи продлеваются по мере продвижения забоя выработки вперед. Расстояние воздержания их от забоя должно

соответствовать документам на крепление этой выработки. Уровень механизации работы установки металлических крепей очень низкий. Многие работы выполняются вручную. Имеющееся в настоящее время оборудование и инструменты позволяют механизации только вывески деревянной или металлической крепи и поворота болтов. Преимущества трапециевидных рамных металлических крепей: простота их изготовления и установки, а недостаток-жесткость крепи, большая трудоемкость его установки и недостаточная степень механизации установочных работ.

Для расчета металлической рамной крепи трапециевидной формы необходимо определить момент сопротивления ее перемычки:

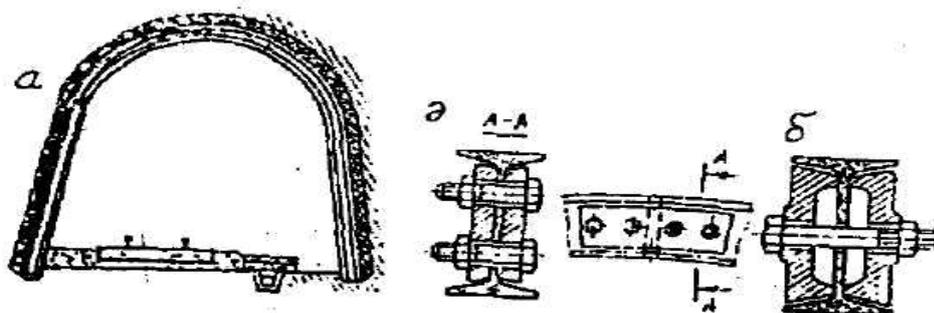
$$W = \frac{M_{л}}{m\sigma_n}, \text{ м}^3, \quad (1)$$

где $M_{л}$ —момент изгиба, поступающий в центр вывески, кН м;
 m —коэффициент, учитывающий условия работы крепи ($m=0,85$);
 σ_n – сопротивление железа на изгиб (210 230) 106, Па.

Затем из справочника выбирают количество проката металла (двуавра, швеллера), близкого к величине момента сопротивления сечения. На опорах рамы изготавливаются из металлического проката этой же формы.

Очень часто используются металлические крепи в форме поперечного сечения арочного типа. Они имеют жесткие и сидящие конструкции.

Металлическая строгая аркаобразная крепь, представленная на рисунке 2.2, состоит из двух частей, закрепленных болтами с полужирным изгибом.

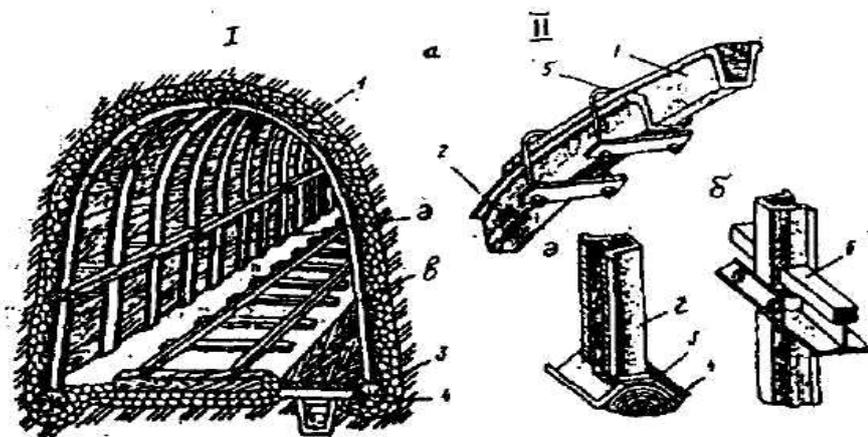


а-общий вид; а - крепление через плоскую накладку; б - крепление через выразительную накладку

Рисунок 2.2 – Арочная жесткая металлическая крепь

При наличии большого количества горного давления, поступающего в выработку или неустойчивых горных выработок, применяются сидячие арочные металлические крепи. Они изготавливаются из специальных стальных профилей с тройным или пятью звеньями. Затворная металлическая

крепь с трехзвенной аркой пока зане на рисунке 2.3. Металлическая крепь трехходового сиденья арочного типа состоит из двух опор, арочного вывески и хомута, соединяющего их. Если породы в долине выработки мягкие, то опоры устанавливают над деревянной подложкой через специальные подложки .



I-общее представление; II - виды соединений деталей крепления;тип перемычки а - арки (1) к стойке (2) с хомутом (5) ; б - соединение арочных рам между собой пояском (6)

Рисунок 2.3 – Затворная металлическая крепь с трехзвенной аркой

Арочные металлические затворы перемещаются вниз по опоре верхней арки под влиянием горного давления, попавшего на поверхность. При правильной работе крепи арка сядет до 300-350 мм.Поэтому эту крепь называют посадочным. Размер его сиденья вниз зависит от того, в какой мере крепко тянутся соединительные хомуты. Если хомуты сильно закреплены, то арочная железная посадочная крепь работает как жесткая крепь. В выработке между крепями устанавливают 0,5 1,2 м и соединяют их между собой, чтобы они не были отклонены в сторону.

Конструкция посадочной крепи из пятиконечного арочного железа аналогична основной тройниковой крепи, но их опоры состоят из двух специально изготовленных частей – их крепят хомутом при помощи примыкающих друг к другу.Конструкция крепи, выполненная таким образом,благодаря отделу дополнительного соединения, может просесть вниз до 300-700 мм. Если давление в выработки попадает со всех сторон, то применяются металлические кольцевидные крепи ,представленные на рисунке 2.4.

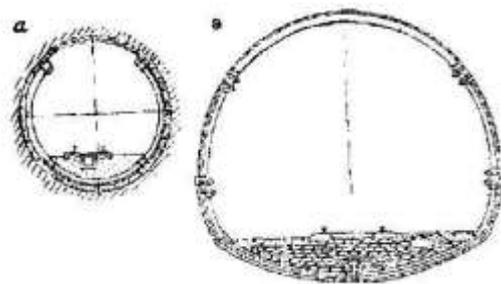


Рисунок 2.4 – Металлические посадочные круглые кольца (а) и обратные сводные (б) крепи с арками

Иногда арочные из посадочного металла применяют в обратных купольных крепи. Метод соединения их звеньев аналогичен обычной арочной металлической сидящей крепи.

Технология установки арочных посадочных металлических крепей соответствует способам установки деревянных крепей. После их установки выработка и две центровки прокладываются и заполняют между стенками выработки породой.

Детали арочных затворов (арочные вывески и стойки) изготавливаются из специальных стандартных стальных прокатов (СВП) специальной формы и имеют типовую конструкцию. В таблице 2.1 представлены параметры арочной тройни из СВП специальной формы. Грузоподъемность типовых арочных затворов является справочной таблицей в зависимости от номера (вида) стального проката и ширины арочных затворов в основание выработки.

Таблица 2.1 – параметры арочной тройни из СВП специальной формы

Номер формы СВП	Ширина основания спинной крепи, м	Грузоподъемность, кН	Чистая площадь сечения раскопа, м ²
14	2,5	100	5,5
17	3,2	140	6,5
19	3,2	160	7,5
22	3,5	180	8,5
27	3,8	200	10,5
33	4,2	210	11,5-13,5

Арочные рамные крепи сопротивляются только сжатию поступающего горного давления, а трапецевидные крепи против изгиба. Поэтому количество арочных рамных затворов, необходимых для крепления выработки, можно определить из простого отношения.

$$N = \frac{Q}{q}, \quad (2)$$

А расстояние между рамными крепями можно определить по формуле:

$$l = \frac{L}{N}, \text{ м}, \quad (3)$$

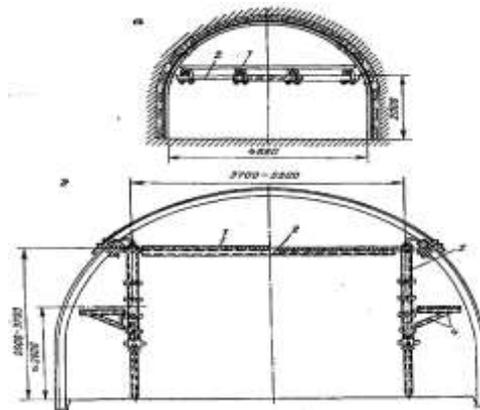
где L-длина крепежной выработки, м;

N-количество устанавливаемых креплений;

q-грузоподъемность одной крепи с балкой рамой, м;

Q-масса породы на территории равновесного купола, Н.

Поскольку спинные металлические крепления состоят из множества деталей, уровень механизации работ по их установке низкий. На практике для проведения работ по установке арочных затворов используют различные рабочие полки. На рисунке 2.5 представлены рабочие полки для установки арочных креплений



а-подвесные полки; б - полки с телескопическими стойками; 1-настил досок; 2-балки горизонтально построенные; 3-стойка телескопическая; 4-кронштейн

Рисунок 2.5 – Рабочие полки для установки арочных креплений

После формирования рабочей полки, выходя на ее поверхность, вынимая движущиеся, подвешенные породы в выработке, приводят выработку в безопасное состояние.

После этого, в месте установки опоры крепи, с применением пологибочного молотка, вырываются ямы. В эти ямы устанавливаются опоры и соединяются с постоянными или временными ремнями, чтобы не упасть с ранее закрепленными опорами. Детали крепления контактных ремней устанавливаются на 0,8 м ниже высоты примыкания. После установки опор вывеска закрепляется хомутами, над которыми вывеска поднимается на голову опор. Размеры их пересечений должны соответствовать проекту. Гайки соединительного хомута скручиваются ключами длиной ручки 0,4 м или гайками с отверстиями гайки. После соединения с приставками вывеска надежно связывается с прежней крепью через пояс.

Однако при низком уровне механизации работ по установке затворов для их установки применяются ряд подъемных механизмов. Коллектив КДЛ

и ВНИИОМШС, совершенное из парнотавра восхитительный механизм для подъема затворов типа, применяемые в АМД разработала включительно. На рисунке 2.6 показана Подъемная установка для установки крепи, выпущенная ВНИИОМШС.

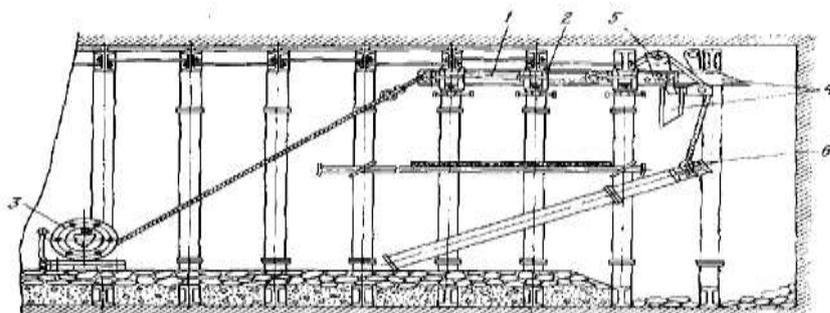
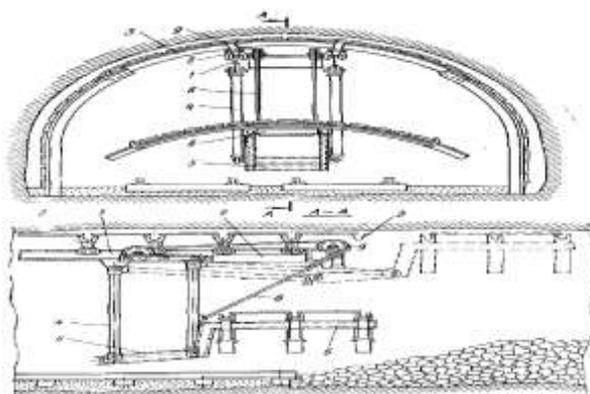


Рисунок 2.6 – Подъемная установка для установки крепи, выпущенная ВНИИОМШС

С использованием данной установки допускается устанавливать арочные и кольцевидные крепи из стального проката специального профиля типа СВП в выработках площадью поперечного сечения 8,4-30 м². Подъемная установка состоит из балки (1), съемной подвески (2), стальной канатной лебедки (3), подъемной консоли (4), подвижной лебедки (3) и рычага (6). При применении подъемной установки рамка крепления убирается на земле. После этого крепление после крепления рычага к козырьку поднимается и крепится до скатывания рамной лебедкой. Установка крепежного подъема может выдерживать до 1000 кг.

При установке крепи имеется также подвесной тип подъемной установки, изготовленный коллективом ВНИИОМШС, представленный на рисунке 2.7.



1-рама; 2-крючок; 3 - постоянная крепь; 4 - тяговая; 5 - подвижная деталь; 6-площадка опоры; 7-силовые цилиндры; 8-канаты подъемные стальные; 9-кольца

Рисунок 2.7 – Подвесной крепежный установщик ВНИИОМШС

Все вывески этого типа поднимают вместе с тягами. Подъемные перемычки при выемке пород выполняют роль предохранительной крепи. После снятия пород устанавливаются опоры крепей.

Открытую сторону арочных затворов (как лоток) следует устанавливать внутри выработки. В прямых отсеках выработки рамы крепи устанавливаются под прямолинейным углом по длине выработки, а в криволинейных отсеках выработки устанавливаются в направлении радиуса разворота. В наклонных выработках крепи устанавливаются под прямым углом к подошве выработки. При креплении штреков арочными затворами потолок выработки вскрывается до 50 см. При установке металлических рамных крепей все их детали, т. е. крутизна рам по сравнению с раструбом выработки, качественная забивка клиньев, хорошая заделка между раструбными затяжками и хорошее закрывание стенок с кровлей выработкой оттяжками, должны соответствовать проекту.

Размеры закрепленных выработок не должны отклоняться от проекта более следующих величин: ширина и высота выработки 50 мм, высота основания выработки 30 мм.

Несмотря на свои преимущества с точки зрения прочности металлических крепей, их применение имеет недостатки. В частности, наибольший объем ручных работ при установке крепи (тяжесть металлических рам и арок, сложность установки, необходимость заполнения горок или других материалов зазора между крепью и выработкой) относится к недостаткам высокой цены.

Изучив свойства массива горных выработок на руднике «Восход-Огил» мы предлагаем использовать облегченную комбинационную крепь – анкеры в комбинации с использованием химических смол (полимерных материалов).

2.4 Исследование эффективности применения анкерного крепления

Одним из условий эффективной и безопасной работы подземных горных выработок является то, что они должны в течение заданного срока службы сохранять устойчивое состояние, при котором форма и размеры сооружения не выходят за допустимые пределы, обусловленные правилами эксплуатации и техники безопасности. Многочисленные методы обеспечения устойчивости подземных горных выработок можно объединить в три основные группы: охрана, крепление и поддержание

Исходя из требований, которым должна удовлетворять горная крепь:

– функциональным: достаточные прочность, долговечность, надежность;

– технологическим: возможность механизаций изготовления элементов и их доставки, возведения крепи с учетом общей технологии проведения выработки;

- экологическим: безопасность для людей и окружающей среды;
- экономическим: минимальные суммарные расходы при строительстве и эксплуатации выработки в течение срока ее службы, оптимальным вариантом крепи, должно принять вариант, при котором обеспечиваются:
 - функциональные и технические требования к крепи; – минимальные трудоемкость и затраты;
 - максимальная производительность;
 - хорошие условия труда.

На шахтах крепление занимает от 25 до 50 % времени и затрат труда от общего времени проходки. Подготовительные и капитальные горные выработки крепятся преимущественно металлическими арками из спецпрофиля (86%), которые характеризуется относительно большой массой элементов и необходимой податливостью. К недостаткам которых можно отнести следующие факторы

- из-за большого числа элементов и расхода металла такой крепи невозможно создать эффективные средства механизации для ее возведения;
- высокий коэффициент аэродинамического сопротивления увеличивает расход электроэнергии, ухудшает качество проветривания по сечению выработок;
- в условиях значительного напряженного состояния горного массива не обеспечивают необходимой устойчивости и безремонтного поддержания выработок;
- после возведения металлических арок, вследствие отсутствия контакта с вмещающими породами они не воспринимают горного давления и способствуют распространению трещинообразования во вмещающем породном массиве, что приводит к смещению контуров выработки и дополнительной пригрузке от окружающих пород;
- их возведение является плохо поддающимся механизации трудоемким процессом;

–материалоемкость крепей снижает технико-экономические показатели проходки и в значительной степени сдерживает темпы проведения выработок

Задача состоит в постепенной замене металлической арочной крепи на другие, более прогрессивные и экономичные, поддающиеся механизации и со значительно меньшей трудоемкостью, материалоемкостью и стоимостью.

В решении проблем разработки месторождений с обеспечением эффективного ведения подготовительных работ большой вклад внесли такие ведущие научные и проектные организации, как ИПКОН НАН РК, ИПКОН РАН, ИГД НАН РК им. Д. Кунаева, КазНТУ им. К. Сатпаева, Жезказган-НИПИцветмет, КарГТУ, МГТУ, УралГипромедь, ВКГТУ им. Д. Серикбаева, ВНИИцветмет и др. А также зарубежные фирмы, такие как «Рок МикэникТехнолоджил.т.д.» (RMT) в Великобритании, Горное бюро в США, в Германии – компания ДМТ.

Решить проблему можно было путем разработки и внедрения упрочняющей крепи и крепи с предварительным распором, с помощью которых может быть создана система «крепь – вмещающие породы» уже в начальный период сооружения выработки, что очень важно для последующего обеспечения ее эксплуатационного состояния с наименьшими затратами на поддержание.

Одной из прогрессивных и рациональных видов крепи является *анкерная*, которая относится к крепям безподпорного типа и по сравнению с подпорными конструкциями имеет следующие преимущества – повышает безопасность ведения горных работ, так как лучше любой другой крепи противостоит взрывным работам при аварийных ситуациях (газодинамических явлениях, взрывах газа и угольной пыли) и может устанавливаться в забое как временная;

- обладает потенциальными возможностями для полной механизации процесса крепления;

- требует меньшего расхода крепежных материалов и затрат на их доставку; – позволяет уменьшить сечение горной выработки на 18-25 % и ее аэродинамическое сопротивление.

Применение анкерной технологии крепи позволяет значительно увеличить скорость и снизить затраты на проведение выработок, сократить расход и уменьшить стоимость крепежных материалов, расходы на ремонт и поддержание горных выработок, улучшить состояние выработок и повысить безопасность работ.

Вопросам эффективности крепления горных выработок анкерной крепью, а также физическим процессам взаимодействия закрепляемых горных пород посвящены труды таких отечественных и зарубежных известных ученых, как: М.И. Аюшнов, Ш.А. Алтаев, О.А. Байконуров, А.А. Борисов, Л. А., В.И. Борщ- Комнилец, Н.С. Булычев, М.Н. Гелескул, Ж.С. Джапаридзе, Ержанов, Л.Н. Насонов, Ю.З. Заславский, А.Г. Протосеня, В.Д. Слесарев, А.П. Широков, В.А. Лидер, Ю.А. Векслер, А.А. Зейнуллин, А.И. Имангалиев, Х. Кошумов, Ю.А. Чабдарова и многих других

Ими внесен значительный вклад в установление закономерностей работы крепей, поведения боковых пород, разработку методик расчета параметров установки анкеров, их применения как самостоятельно, так и в сочетании с другими видами крепей.

В настоящее время, в горной промышленности применение нашли анкеры следующих видов:

- механические анкеры;
- анкеры с цементным закреплением по всей длине;
- анкеры с полимерным закреплением.

Совершенствование анкерного крепления происходит, как и части создания конструкций анкеров с повышением надежности их фиксации в шпурах и скважинах, так и специального оборудования для бурения скважин, и установки анкеров.

Ежегодно на шахтах во всем мире устанавливаются примерно один миллион анкеров, из которых 88% приходится на США. Около 70% анкеров в США используются совместно с быстротвердеющими синтетическими заполнителями. Остальные 30% – это чисто механические анкеры, хотя и они нередко применяются с цементным заполнителем или «точечными» синтетическими заполнителями. Длина анкеров обычно составляет 1,2-2,4 м при диаметрах от 16 до 22 мм.

В Англии на всех 17 шахтах, оставшихся в эксплуатации, применяют анкерование кровли как основное средство крепления при подготовке лав одиночными штреками с оставлением целиков угля между обрабатываемыми столбами; 90% выемочных штреков в панелях, обрабатываемых обратным ходом, крепятся анкерами. При глубинах разработки пластов 700-1200 м на британских шахтах плотность размещения анкеров более высокая, чем в других западных странах. Обычно на каждый метр проводимого штрека устанавливается от 7 до 12 анкеров длиной 2,4 м. Кроме того, устанавливаются по 1-2 анкера длиной 1,8 м в боковых стенках штреков. Применение анкерования штреков позволило существенно улучшить условия безопасности ведения работ. Травматизм при проходке выработок сократился с 3,4 до 0,9 случаев на 100 тыс. чел-смен. Одновременно наполовину снизились расходы материалов, необходимых на проведение каждого метра выработки.

На шахтах Южной Африки, где преимущественное применение получила камерно-столбовая система разработки и только 10 % добычи приходится на выемку угля лавами, наиболее распространены самоходные анкерующие машины. При этом, несмотря на обычно хорошее состояние кровли, в основном представленной песчаниками, большое внимание уделяется мониторингу состояния поддержания кровли анкерами и предотвращению местных обрушений в зонах нарушенной кровли. В Китае анкерование кровли применяется лишь на крупных шахтах.

В Польше анкерование кровли систематически не производилось, что объясняется более сложными геологическими условиями и стремлением наиболее полного извлечения подготовленных запасов угля с повторным использованием штреков при отработке смежных лав. На рисунке 2.8 представлена доля выработок, закрепленных анкерной крепью.

Широкое применение анкеров значительно снижает стоимость крепления по сравнению с металлической рамной крепью, способствует увеличению темпов проходки выработок, создает необходимые условия для достижения максимально возможных нагрузок на очистные забои.

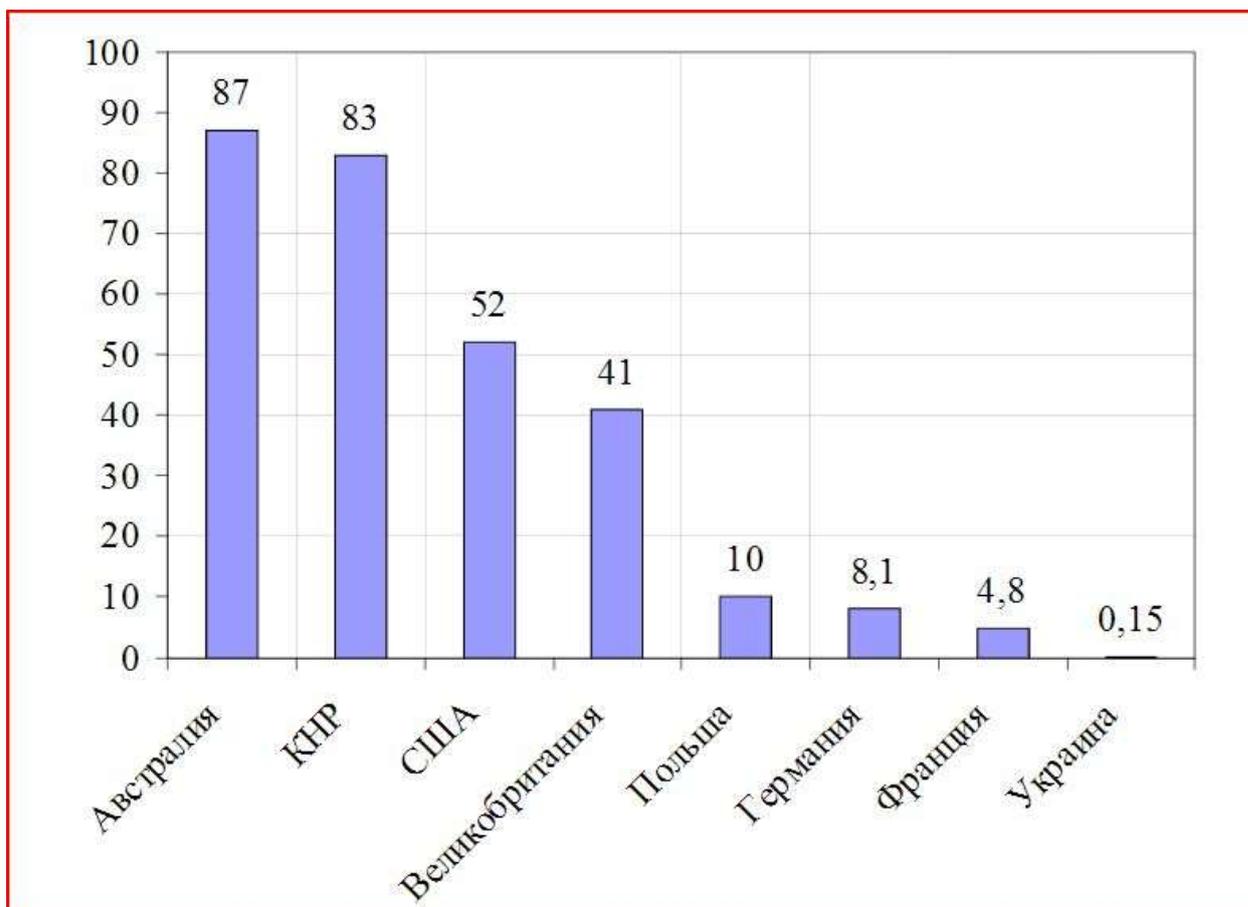


Рис. 2.8 –Доля выработок, закрепленных анкерной крепью

2.5 Анализ конструкций анкерных репей и технология ее возведения

Конструкции применяемых анкерных крепей и систем можно условно разделить по следующим классификационным признакам (таблица 2.1)

Таблица 2.1- Классификационные характеристики анкерных крепей

Характеристика	Значение
Функциональные характеристики	
Схема работы анкеров	<ul style="list-style-type: none"> – подшивка пород; – армирование пород; – усиливающая крепь
Состояние анкера в момент установки	<ul style="list-style-type: none"> – активная, нагружает массив непосредственно с момента установки анкера; – пассивная, при установке анкер не играет никакой роли в поддержании, пока не начнется сдвигание массива, крепь не нагружается

Продолжение таблицы 2.1

Характеристика	Значение
Характер работы анкера	– жесткая; – податливая
Системы анкерного крепления	– одноуровневое; – двухуровневые; – комбинированные
Характеристики крепления	
Способ крепления	– механический; – химический; – взрывной
Механизмы закрепления в массиве горных пород	– с механическим закреплением анкерных стержней в шпуре (замковые, винтовые, фрикционные, комбинированные анкеры); – с закреплением химическими твердеющими составами; – комбинации этих типов
Виды замков анкеров	– клинощелевые; – распорные; – винтовые
Характер закрепления анкеров в породах	– с закреплением в донной части скважины (замковые анкеры); – с закреплением по всей длине скважины или значительной ее части – с "точечным" закреплением и по всей длине;
Классификация химических анкеров	– по типу химсостава (полимер, минеральное быстросхватывающее вещество); – по технологии возведения (ампульной, нагнетательной) и др.
Конструктивные характеристики	
Материал анкера	– металлический; – железобетонный; – деревянный; – сталеполимерный
Полость анкера	– трубчатый; – сплошной; – комбинированный
Механические характеристики анкеров	– усилие на разрыв; – усилие на срез; – усилие на выдергивание; – коэффициент армирования; – рабочее сопротивление

Металлический жесткий анкер. Анкер – металлический жесткий стержень, который монтируется в кровлю или боковую стенку выработки и используется в сочетании с полной заливкой смолой (цементным раствором) в шпуре (скважине) или каким-либо другим соответствующим веществом для обеспечения упрочненной кровли и боков выработки.

Стеклопластиковый анкер. Стеклопластиковый анкер – стержень, изготовленный из стекловолоконных материалов, и характеризуется высокой прочностью на растяжение. Закрепление анкеров в шпурах производится при помощи полимерных ампул или полимерных составов. На рисунке 2.9 представлен сталеполимерный анкер.

Для изготовления стержня анкера металлического должна применяться сталь арматурная класса А-III (А-400) ГОСТ 5781, А 400с. Допускается замена материала на классы А-IV (А600), А-V (А800), А-VI (А1000). Временное сопротивление растяжению прутков для анкера не менее 240 МПа. Диаметр стержня для анкера металлического тип АМ не менее 22 мм, для типа АВ не менее 20 мм. Отклонение прямолинейности стержня не должно превышать 1,5 мм на 1 м длины и 5 мм. на всей длине.

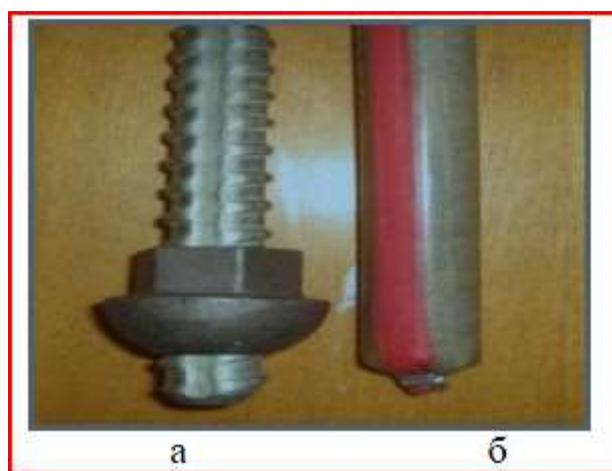


Рисунок 2.9 – Сталеполимерный анкер (а), полимерный наполнитель (б)

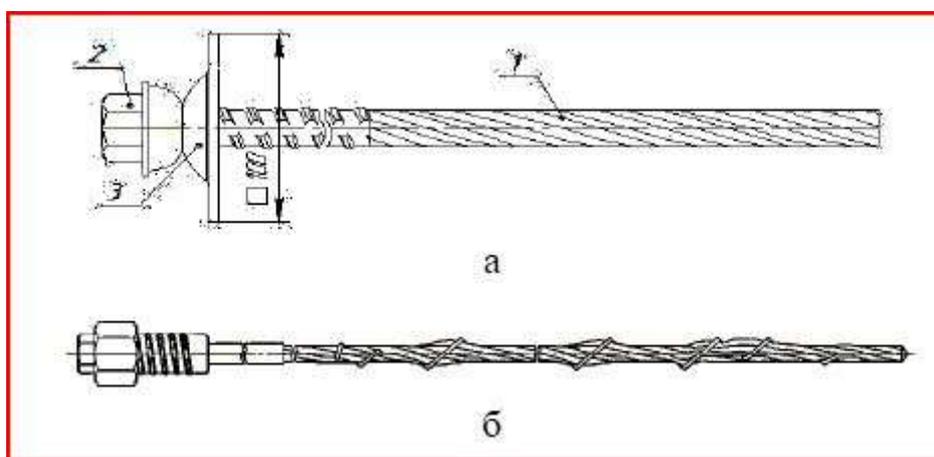
На торце стержня заусенцы и неровности, образующиеся при рубке, не должны превышать 2 мм. Могут также применяться и составные металлические анкеры (рисунок 2.10).



Рисунок 2.10 – Составной металлических анкер

Проволочный канатный анкер KLV. Диаметр каната 18мм, включает металлическую трубку, одетую на анкер и расположенную возле устья шпура. Функция трубки – жёсткий элемент, исключающий при перемешивании ампул в шпуре произвольное неуправляемое вращение каната вокруг анкерной установки.

Канатный анкер с цанговым замком. Длина шпура под канатный анкер с цанговым замком равна длине каната минус 0,4м для установки натяжителя. Устанавливается канатный анкер на специальный цементный раствор. Для приготовления цементного раствора можно использовать нагнетательные установки типа – UNI40, MAI 400, с ручным приводом. Канатные анкера применяются в сложных горно-геологических условиях (рисунок 2.10, таблица 2.2).



а – канатный анкер АК01 (- 08, -14) для химических и минеральных скрепляющих составов; б – канатный анкер КАГ-20. 1 – стержень анкера сварной, 2 – гайка, 3 – шайба опорная

Рисунок 2.11 – Общий вид канатных анкеров.

Основные требования, предъявляемые к анкерам представлены в таблице 2.2.

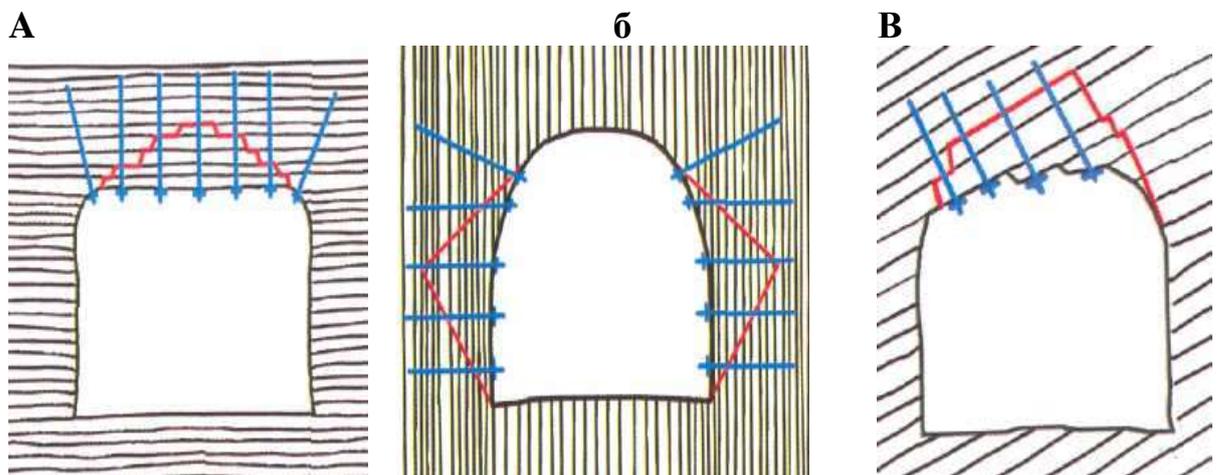
Таблица 2.2 – Основные требования, предъявляемые к анкерам

Показатели	Тип анкера		
	Металлический	Пластиковый	Канатный
Предел текучести стали, кг/мм ²	30	-	-
Усилие на разрыв, т	20-30	10	50
Диаметр по длине стержня	Без уменьшения	Без уменьшения	Без уменьшения

Форма навивки арматуры	Витая	Витая	-
Наличие штифтов в Гайке и анкере	Обязательно на витых анкерах	-	-
Диаметр, мм	22	22	20-25
Усилие срыва гайки, т	20-30	10	50
Форма опорной плитки	Сфера	Сфера	Сфера
Длина анкера, м	1,8-3,0	1,8-2,5	4-8

Предъявляемыми критериями качественной установки анкеров являются:

- выступающая в выработку часть анкера не должна превышать 150 мм;
- гайка на анкере должна быть затянута с моментом: для кровли – не менее 200 Нм, для бока – не менее 100 Нм; диаметр скважины (шпура) превышает диаметр стержня анкера на 6мм;
- длина скважин (шпуров) принимается с учетом толщины затяжки, верхняка и элементов податливости на 50-150 мм меньше длины стержней. На рисунке 2.12 представлена схема расположения анкеров в выработках, проходящих в массиве различных горных пород.



а-анкеры, установленные на вершине раскопа; в-анкеры, установленные на боках раскопа; в-анкеры, установленные на вершине раскопа

Рисунок 2.12 – Схема расположения анкеров в выработках, проходящих в массиве различных горных пород

Областью и условиями применения анкерной крепи являются:

- капитальные выработки околоствольного двора;
- квершлагги; полевые и пластовые магистральные бремсберги;
- уклоны и штреки;
- пластовые выемочные выработки шириной в проходке до 6,5 м;
- различные сопряжения этих выработок;
- монтажные камеры с расчетной шириной в проходке до 9 м;
- выработки, проводимые в зоне и вне влияния очистных работ;
- ненадработанном и неподработанном;
- полностью надработанном и подработанном массиве на расстоянияхравных ширине выработки и 12-ти мощностей пласта.

Выводы: Применение анкерной крепи на шахтах позволяет обеспечить ряд преимуществ по сравнению с обычными системами крепления:сокращение продолжительности цикла установки крепи (время подготовки очистных забоев снижается на 75 %); сокращение стоимости материалов и в значительной степени трудоемкости работ по креплению (затраты по подготовке очистных забоев уменьшается на 70 %); повышение безопасности работ;облегчения работ по транспортировке; улучшение условий эксплуатации выработки (размер и форма);- уменьшение сечения проводимой выработки и вспучивания почвы, присечки пород;уменьшение засоренности руды породой;повышение производительности труда в 3-5 раз при высокой несущей способности крепи; возможность быстрого изменения шага установки анкеров и в связи с этим увеличение плотности анкерного крепления при соответствующих горно – геологических условиях;

Для повышения эффективности анкерного крепления в условиях шахты «Восход» предлагаем применение полимерных материалов, широко используемых для крепления выработок на горных предприятиях зарубежных стран.

Химическое анкерование, показанный на рисунке 2.13, представляет собой опережающее укрепление пород кровли анкерами, закреплёнными по всей длине вспенивающимся составом (как правило, полиуретановым). Применяется, как правило, для упрочнения пород, которые обрушаются крупными кусками: 10–50 см.

В процессе освоения сталеполимерных анкеров, были опробованы два способа введения компонентов химических смол в шпур. Один из них ампульный, характеризующийся введением в шпур двухкомпонентных ампул. Второй способ предусматривает нагнетание в шпур смолы специальными насосами.

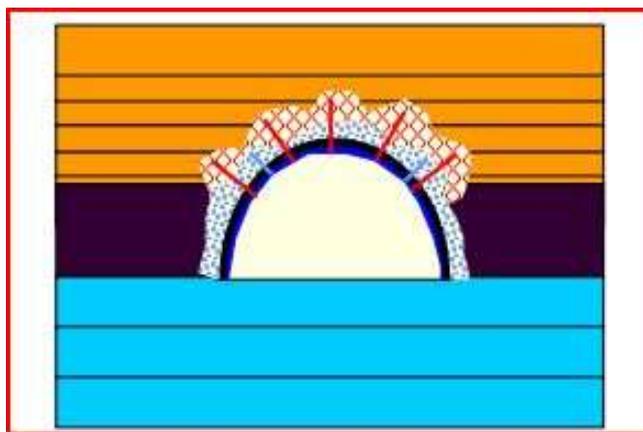


Рисунок 2.13 – Технология химического анкерования

Скрепляющие составы делятся на три основные категории:

- водные суспензии тонких частиц;
- гели, вязкость которых постепенно увеличивается до их полного отверждения;
- синтетические смолы, отверждающиеся под влиянием отвердителей или катализаторов.

К первой категории относят водные растворы цемента и глинистые растворы. Они имеют существенный недостаток — быстрая седиментация (оседание частиц дисперсной фазы в жидкости или газе под действием гравитационного поля или центробежных сил). Более стабильные составы дают глины со смесью цемента и бетонита или цементы с ускоряющими добавками. Однако большие размеры частиц определяют низкую проницаемость таких составов.

Ко второй категории относят силикатные клеи, широко используемые для тампонажа грунтов и обводнённых песков. Однако они имеют долгое время отвердевания. Поэтому они могут быть использованы только для профилактического упрочнения пород с длительной выдержкой во времени.

Синтетические смолы имеют ряд преимуществ: хорошо регулируется время гелеобразования и отвердевания, хорошая проницаемость по трещинам, высокая адгезия к горным породам, большая механическая прочность. К настоящему времени использовались следующие виды составов смол:

- феноло-формальдегидные смолы;
- мочевино-формальдегидные смолы;
- резорциновые смолы;
- эпоксидные композиции;
- полиуретановые композиции.

Феноло-формальдегидные смолы — весьма хрупкие и обладают невысокими прочностными свойствами. Для получения более высоких прочностных характеристик используют составы, отверждающиеся при нагревании.

Мочевино-формальдегидные смолы широко применяются для склеивания древесины и изготовления древесно-стружечных плит. Данные составы менее водостойкие и имеют худшие физико-механические характеристики.

Эпоксидные смолы твердеют с небольшой усадкой, имеют хорошие физико-механические свойства и обладают очень хорошей адгезией. Однако имеют высокую вязкость, дороги и токсичны. Токсичность обеспечена аминами и ангидридами органических двухосновных кислот.

Составы на основе полиуретанов характеризуются высокой адгезией к большинству материалов, твердеют при комнатной температуре. Однако обладают токсичностью и требуют соблюдения элементарных правил безопасности.

К настоящему времени для упрочнения кровли в очистных забоях с применением нагнетания смесей в шпуры наиболее широкое распространение получили составы на основе полиуретанов.

Эти смолы обладают следующими основными характеристиками:

- время старта 2 – 30 с;
- коэффициент расширения 4 – 5,5;
- класс горючести «Г» (трудногорючий);
- температура среды применения 2 – 35°.

Следует отметить, что указанные параметры являются базовыми и могут регулироваться в широких пределах. Результаты упрочнения пород в значительной степени зависят от природных факторов и применяемых параметров нагнетания. В настоящее время нагнетание скрепляющих составов производится, как правило, в шпуры с инъекционными анкерами или через герметизатор. Бурят шпуры непосредственно в упрочняемом массиве. Обычно при упрочнении пород кровли в очистных забоях шпуры бурят в один ряд. Расположение шпуров выше пласта и их длина зависят от трещиноватости пород. При наличии мощных обрушений шпуры могут располагаться в два и более рядов.

К основным параметрам нагнетания скрепляющего состава относятся длина и угол наклона шпура к плоскости напластования пород, расстояние между шпурами, глубина герметизация устья шпура, давление и темп нагнетания, расход скрепляющего на 1 шпур, количество нагнетания.

Указанные параметры зависят от физико-механических свойств упрочняемых пород, их трещиноватости, мощности, карбонатности и обводнённости, а также от применяемых средств крепления пород кровли и скорости подвигания очистного забоя. Параметры нагнетания определяются расчётным путём, а затем уточняются по фактическим результатам. Длина шпура должна на 0,5 м превышать величину подвигания очистного забоя.

Полиуретановая смола получается при перемешивании двух исходных компонент (часто обозначаемых просто: компонент А и компонент В). Данные компоненты доставляются к месту нагнетания отдельно, а смешивание происходит непосредственно в смесительной трубке,

непосредственно перед подачей в шпур. На рисунке 2.14 представлена технология химического упрочнения пород кровли и боков выработки при проведении и креплении неустойчивых породах.

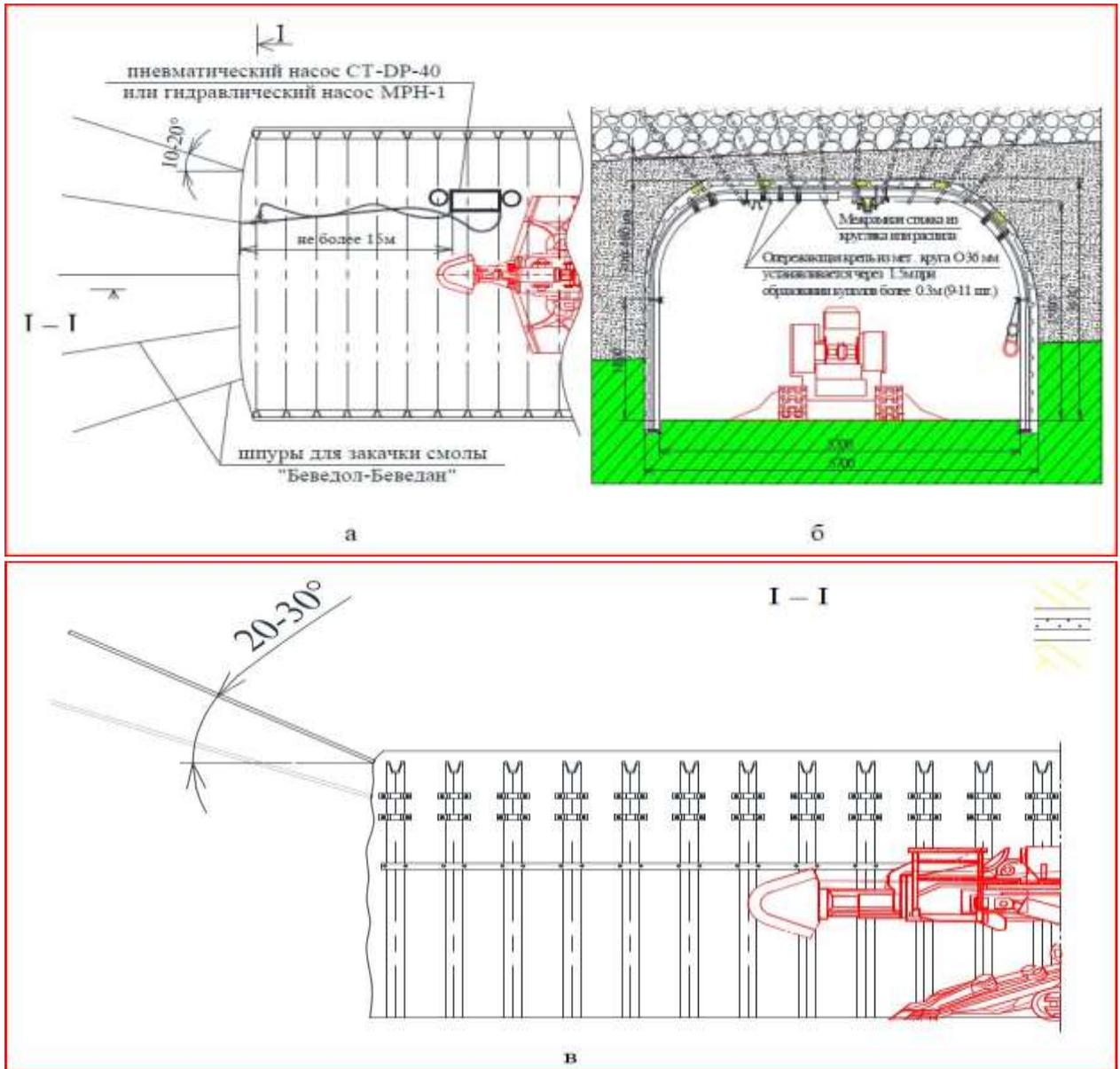


Рисунок 2.14 – Технология химического упрочнения пород кровли и боков выработки при проведении и креплении неустойчивых породах

Материалы для химического упрочнения горных выработок

Полиуретановая смола *Беvedол — Беvedан* (рисунок 2.15) состоит из двух жидких компонентов, которые в объемном соотношении 1:1 при помощи насоса подаются отдельно по шлангам, перемешиваются в смесителе и через анкерную систему и герметизатор нагнетаются в массив.



Рис 2.15 – Полиуретановая смола Беведол — Беведан

При контакте с водой реакция вспенивания полимерной смеси протекает со значительным увеличением объема полимерного состава.

Область применения смол беведол — беведан: упрочнение пород кровли в очистных и подготовительных забоях; упрочнение неустойчивых и нарушенных горных пород; тампонаж горного массива для уменьшения газопроницаемости; анкерование горных пород с упрочнением окружающего массива.

Фенольная смола *Карбофил*, представленная на рисунке 2.16, состоит из двух жидких компонентов (смола и катализатор), которые в объемном соотношении 4:1 при помощи специального насоса прокачиваются отдельно по шлангам, перемешиваются в смесителе и подаются в заполняемую пустоту. После выхода из смесителя компоненты немедленно реагируют с увеличением объема и создают пенную массу.



Рис 2.16 – Фенольная смола *Карбофил*

Область применения фенольной смолы *Карбофил*: заполнение пустот и куполов; заполнение трещин в нарушенном массиве; сильно нарушенных горных пород; заполнение и уплотнение вентиляционных перемычек.

Текбленд — порошок серого цвета, является цементным самозатвердевающим вяжущим. После смешивания с водой образует лёгкий

бетон. Является не горючим, не взрывоопасным, не токсичным веществом (по воздействию на организм человека относится к веществам малоопасным)

Область применения: возведение взрывоустойчивых и водоупорных изолирующих перемычек; заполнение закрепного пространства и куполов в горных выработках; возведение изолирующих полос у сохраняемых выработок; тампонаж затрубного пространства и ликвидируемых скважин (в том числе в условиях водопритока).

2.6 Машины и механизмы, применяемые при нагнетательном анкерировании

Производительность работ по установке анкерных затворов зависит от вида, длины применяемых штанг и площади поперечного сечения крепежной выработки.

Шпуров для установки анкеров сверлят электроинструментами, телескопом перфораторами и буровыми установками. Ручные электроприводы применяются при бурении шпуров в породах мягких и средней прочности. В породах средней прочности и твердой породы шпуров сверлят телескопными перфораторами. Для бурения шпуров, необходимых для установки анкеров, используются специально разработанные типы переносных МАП-1, НА-4, УВШ-5/15, ПА-1 и др.

Передвижная анкероустановочная машина типа МАП-1 прочность породы 1,8-3 м $f=4\div 8$ может пробурить шпуров (90-45°) под углом (90-45°) для установки анкера в выработках и скручивать на гайке на кончике анкера. Анкероустановочная машина МАП-1 состоит из электроугольника (1), способного пробурить две пневмоколеты (3) на двух скоростях, установленных на натянутой винтовой стойке (2) для движения по выработке. При бурении шпура с помощью шланга (4) промывают шпур и удерживают породные порошки. С этой установкой шпуров можно бурить на глубину 1,8 м. Размеры машины МАП-1: длина 1,82 м, ширина 0,86 м, высота 0,82 м и масса 210 кг.

Переносный станок ПА-1 крепость пород высотой 1,8 2,8 м $f<4$ применяется для крепления выработок карнизами. Станок состоит из натяжной опоры и шланга для породной крошки. Допускается увеличение или сокращение опор с использованием съемного соединения. Электробур соединяется с опорой через быстросъемный механизм. При транспортировании станка можно снимать опор и электропривод отдельно.

Шпуров, на которых устанавливаются анкеры, допускается сверление и самоходными буровыми установками. Перед креплением выработок тщательно осматривают породы. Касанием потолка выработки обозначают трещины или рыхлые слои. Не допускается крепление рыхлой пленки или тонкого слоя пород, склонных к падению, анкерными креплениями.

В настоящее время появилась возможность полностью механизации работ по установке анкерных крепей, а также автоматизации работ по их

установке. Шпуры, на которых устанавливаются анкерные затворы, располагаются на полностью автоматизированных установках, где устанавливаются патроны и стержни.

Иностранные фирмы «Атлас Копко» (Швеция), «Секома» (Франция, «Джой», «Тор» (США), «Тампелла-Тамрок» (Финляндия) производят различные инструменты и самоходные установки, полностью механизующие работы по установке анкерных затворов. Высокая степень механизации установки анкерных крепей. Например, при использовании самоходных платформ, изготовленных фирмами «Жираф» (США) и «Секома» (Франция), только два работника могут устанавливать крепление 70-100 анкеров в смену. Фирма «Атлас Копко» выпустила каретки с дистанционным управлением «Болтек», серийного выпуска, анкероустановки. В выработках высотой до 4 м с помощью каретки «Болтек-500» допускается установка 50 анкеров в час. Самоходные анкерные установки, производимые фирмами «Линден Алимак» (Швеция) и «Тампелла-Тамрок» (Финляндия), позволяют полностью механизации работ по установке анкерной крепи.

Для нагнетания необходимы следующие механизмы и оборудование

1. Насос для нагнетания (рис.2.17). Служит для отдельной подачи компонента смеси, смешивания компонентов полиуретановой системы и подачи готовой смеси в шпур под давлением.



Рисунок 2.17 – Насос для нагнетания

2. Смесительная трубка (смеситель). Имеет вход, на который через тройник от насоса подаются компоненты смеси. В трубке имеется смешивающий элемент в виде спирали, который вращается под действием движущихся жидких компонентов и перемешивает их. Смесь со второго конца трубки поступает в герметизатор непосредственно или через удлинительный шланг. Смесительный прибор представлен на рисунке 2.18.



Рисунок 2.18 – Смесительный прибор

3. Герметизатор служит для перекрытия устья шпура в процессе нагнетания полиуретановой смеси для предотвращения ее вытекания из шпура. Содержит обратный клапан, резьбу с тыльной стороны для подключения шланга от насоса и переходник с резьбой с фронтальной стороны для подсоединения полого нагнетательного анкера. Под действием нагнетания расширяется, что приводит к перекрытию устья шпура.

4. Анкер для нагнетания. Представляет собой полую трубку с резьбой для присоединения к герметизатору. Через него смесь подается к концу шпура, откуда вытекает, распространяется по шпуру и, в дальнейшем, в массив.

В настоящее время ведущим мировым производителем полимерных материалов и нагнетательного оборудования для угледобывающих и горнорудных предприятий, туннелестроения и гражданского строительства является фирма «MinovaCarboTechFosrocGmbH» (Германия).

2.7 Меры безопасности при установке анкерного крепления

Работы по закреплению горных выработок должны проводиться своевременно по установленным требованиям, указанным в проекте и паспорте утверждения.

Паспорт крепления составляется совместно с головкой участка, участковым маркшейдером и консультацией с геологом и утверждается главным инженером шахты (рудника). Каждый работник, проходящий выработки, знакомится с паспортом крепления и расписывается в специальном журнале с подтверждением ознакомления.

Каждый работник, допущенный к работе с анкером, должен пройти курс обучения в соответствии с существующими применимыми правилами и сдать экзамен на сертификацию и практическую способность работать в шахте.

Перед бурением шпура и установкой штанги выработку следует приводить в нормальное положение, ликвидировать падающие горки. Для снижения воздействия разрушения от распространения взрывного и динамического горного давления в купольной части, направление шпура при

бурении шпура следует выполнять полости, не допуская непосредственного контакта направления шпура с горным телом с сводной частью горных пород, с несколькими задержками переброски пещерных шпуров

Повторная работа по креплению свода выработки продельвается, если:

- При установке штанги в породах второй и третьей групп остойчивости при нештанговой крепи высотой более 0,8 м, горные породы третьей группы остойчивости закрепляют опрыскивателем опрыскивателя.

- Используется анкерное крепление или же набрызгбетонное крепление при наличии штанговых откосов в горных породах со сложной геологической устойчивостью более 0,3 м.

При бурении шпура запрещается оставлять буровые штанги в подвешенном шпуре; Тау-при креплении выработок со сложными горно-геологическими условиями принимаются рекомендации специализированных организаций о параметрах крепления.

Шаг отставания крепи от забоя выработки может достигать 2-5 м в зависимости от степени остойчивости от залежей выемок, а иногда до 5-7 м в условиях устойчивой.

После закрепления купольной части анкерной крепью горный мастер проверяет соответствие работ по установке штанги паспортом, производит запись в журнале учета;

В конце месяца приемочная комиссия крепежных работ составляет акт и предъявляет его на утверждение главному инженеру шахты начальником участка, маркшейдером участка, горным мастером и бригадиром.

Меры техники безопасности при набрызгбетонных работах должны удовлетворять требованиям СНиП III-4-80 «Техника безопасности в строительстве» и «Единые правила безопасности добычи руд подземным способом».

Вывод по второй части

В настоящее время в подземных условиях применяется несколько видов крепи на сооружениях горных выработок, строящихся в отраслях добычи руд цветных металлов, углей и транспортно-коммуникационных, энергетических подземных объектов народного хозяйства. В связи с размерами горного давления, технологией установки крепи, экономическими затратами и т. д. были рассмотрены несколько видов действующих крепей и проведены анализы и исследования об их недостатках и преимуществах между собой.

То есть, при проектировании строительства рудника «Восход Ориель» предусматривало крепление транспортных штрековых выработок на верхних горизонтах (60 %) металлическими и сплошными бетонными крепями (около 40%). В ходе исследований было установлено, что при наличии собственных преимуществ с точки зрения прочности металлических крепей, имеются и недостатки их применения. В частности, наибольший объем ручных

работ по установке крепи (тяжесть металлических рам и арок, сложность установки, необходимость заполнения зазора между крепью и выработкой горной массы или других материалов), и с экономической точки зрения, относятся к недостаткам высоких цен. Поэтому, изучив свойства массива горных выработок, мы предлагаем вместо металлических балок, предусмотренных в предыдущем строительном проекте шахты, использовать анкерное крепление с использованием полимерных материалов.

Применение анкерной технологии крепи позволяет значительно увеличить скорость и снизить затраты на проведение выработок, сократить расход и уменьшить стоимость крепежных материалов, расходы на ремонт и поддержание горных выработок, улучшить состояние выработок и повысить безопасность работ. Так как свойства руд и пород в данной области оцениваются как слабоустойчивые и трещиноватые, было предложено упрочнить анкерное крепление при помощи современных химических материалов.

3. Исследование технико-экономической показателей утвержденной для штрека таких креплениях как металлическое арочное крепление и анкерное крепление с использованием полимерных материалов

3.1 Расчёт расходов на материалы при металлическом креплении штрека

Для проведения расчета затрат на материалы при металлическом арочном креплении, рассмотрим основные характеристики выработки «штрек», являющаяся объектом исследования в таблице 3.1, а также основные параметры металлической арочной крепи в таблице 3.2

Таблица 3.1 – Характеристика выработки

Наименование выработки	Длина	Внутренняя площадь	площадь при проходке	внутренняя ширина после крепления	ширина при проходке	высота при проходке
Штрек	520м	5,70 м ²	6,50 м ²	2540 мм	2640 мм	2685 мм

Таблица 3.2 – Основные параметры металлической крепи

№	Вид крепи и параметры	Показатели
	Виды металлической крепи	Трехзвенная
1	Площадь сечения выработки	5,7
2	Ширина подошвы арочной крепи	2,54
3	Грузоподъемность, кН	140
4	Расходываемые материалы на всю выработку, шт: -количество крепей -количество верхняков -количество хомутов	1600 800 3200
5	Виды стяжек которых ставят в наружную сторону арки	В виде стяжек используется дерево с толщиной 0,05 м, ширина 0,2 м, а длина 2,0
6	Общее количество стяжек на всю выработку	260

На шахте расстояние между арками при креплении металлическим способом составляет 0,9 м. Исходя из этого рассчитаем общее количество арок металлической крепи на всю выработку:

$$520 \text{ м} / 0,9 \text{ м} = 577 \text{ штук.}$$

После этого определяем сумму расходов для крепления 520 метров штрека с помощью металлической арочной крепью. Для этого рассмотрим расходуемые материалы, приведенные в таблице 3.3

Таблица 3.3 – Цена на материалы при креплении 520 метра штрека металлической арочной крепью.

№	Элементы крепления	Цена за единицу, тг	Количество, затрачиваемое на всю выработку	Общая цена, тг
1	Крепи	2500	1600	4 000 000
2	Керхняк	2600	800	2 080 000
3	Хомуты	400	3200	1 280 000
4	Стяжка	15000	260 м ³	3 900 000
Итого				11 260 000 тг

При использовании металлической крепи при проходке штрека протяженностью 520 м являющейся объектом исследования, затраты на только крепежные материалы составил 11 260 000 тг.

3.2 Расчет затрат материалов на использование усовершенствованного анкерного крепления с использованием полимерных материалов

Для расчета затрат материалов при сталеполимерном анкерном креплении, используем данные таблицы 3.1, а также рассмотрим детальное расположение анкеров в выработке «штрек».

На вершину выработки по квадратной сетке 0,7×0,7 м устанавливаются 4 анкера, используемые для крепления «штрека» являющегося объектом исследования. В связи с умеренно устойчивым массивом проходимых горных выработок, анкера к торцам выработки не предусматриваются.

При проходке штрека расстояние между анкерами принимается 0,5 м. Отсюда определяем ряд анкеров, устанавливаемых по всей длине выработки:

$520 \text{ м} / 0,5 \text{ м} = 1040$ рядов. Учитывая, что в поперечном сечении выработки в одном ряду устанавливается 4 анкера, на всю выработку штрека 520 м расходуются анкера:

$$1040 \times 4 = 4160 \text{ штук.}$$

На 1 анкер, предполагается закачка 5-6 л полимерной смолы Беведан-Беведел.

Расчет затрат на крепежные материалы при применении сталеполимерной анкерной крепи, представлен в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Стоимость материалов комбинационной крепи, расходуемых на выработки штрек 520 м.

	Материалы комбинационной крепи	Цена за единицу, тг.	Количество, затрачиваемое на всю выработку	Общая стоимость, тг
1	Число анкер, штук	650	4160	2 704 000
2	Стоимость Беведан-Беведола, литр	210	24 960	5 241 600
	Итого:			7 945 600 тг.

Если анализировать сравнительные исследования с экономической точки зрения, то в случае применения металлической арочной крепи к выработке «Штрек» длиной 520 м, являющейся объектом исследования, затраты на крепление составили **11 260 000 тенге**.

В ходе исследования было установлено, что при одинаковых условиях, при применении комбинационной крепи затраты на материалы будут составлять **7 945 600 тенге**. Сравнительный график затрат на материалы при металлическом арочном креплении и сталеполимерном анкерировании представлен на рисунке 3.1

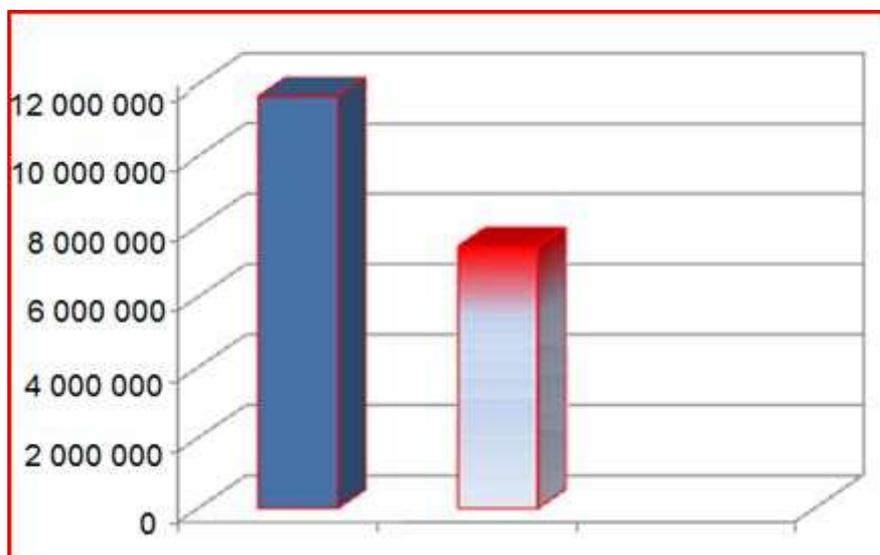


Рисунок 3.1 – Сравнительный график затрат на материалы при металлическом арочном креплении и сталеполимерном анкерировании

По итогам экономического сравнения установлено, что затраты на крепление выработки «Штрек», являющейся объектом исследования, могут быть снижены в 1,4 раза с применением комбинационной крепи. То есть, в

ходе исследований установлено, что с применением усовершенствованного метода крепления к выработке «Штрек» можно сэкономить на $Z_{\text{прибыл}}=3\ 314\ 400$ тенге.

Вывод по третьей части

При технико-экономическом сопоставлении показателей материалов, направляемых на металлические арочные и комбинационные крепи, где возможно крепление шахты «Восход Ориель» длиной 520 м, являющейся объектом исследования, затраты на установку металлической арочной крепи составили величину 11 260 000 тенге. В ходе исследования было установлено, что при одинаковых условиях, при применении сталеполлимерной анкерной крепи затраты на материалы будут составлять 7 945 600 тенге.

Если рассматривать результаты сравнительных анализов с экономической точки зрения, установлено, что затраты на крепление выработки «Штрек», являющейся объектом исследования, могут быть снижены в 1,4 раза.

4. Безопасность труда при прохождении выработки "Штрек" на руднике «Восход Ориель», Хромтау

4.1 Возможные вредные и опасные факторы на руднике «Восход Ориель»

При подземных работах на руднике «Восход Ориель», месторождения Хромтау, на рабочих могут оказывать воздействие следующие опасные и вредные производственные факторы:

Нарушение устойчивости горных выработок, т. е. падение потолка, боков выработки; источники электрического тока; транспортировочные машины в шахте; пыль и газы, выделяемые от технологических процессов; шум и вибрация, возникающие при работе с оборудованием; недостаточная освещенность подземных рабочих мест; некачественная питьевая вода; неблагоприятные климатические условия на земле, т. е. неправильная вентиляция шахтного воздуха.

Для устранения указанных опасных и вредных воздействий на шахте» 10 лет независимости " предусмотрены следующие мероприятия:

- меры по рациональной и рациональной организации подземных работ;
- технические меры;
- меры санитарного здоровья;
- нормальное измельчение шахтного воздуха путем регулярного проветривания;
- противопожарные профилактические мероприятия;
- горноспасательное дело, планы ликвидации аварий.

4.2 Меры безопасности при проходке подземных горных выработок

На руднике «Восход Ориель», предусмотрен режим непрерывной работы 2 смены. Комплексы основного технологического оборудования в объеме 10 часов каждой смены работают в порядке запланированного циклического графика. Безопасное выполнение рабочих операций контролируется мастерами смены, начальником участка и главным инженером.

Крепление потолков и стен горных выработок эффективными крепями на шахте налажено. То есть, каждая горная разработка закрепляется в соответствии с утвержденными главным инженером паспортами закрепления. Горные выработки шахты монолитные сплошные бетонные, металлические крепи, крепежные комбинационные затворы

Все электрооборудование заземлено по правилам безопасности. Заземление помогает людям защититься от электрического тока, а также оказывает большое влияние на устранение накопления электричества в металлических элементах трубопроводов. Включение токоведущих частей

заземляющих устройств производится с помощью заземления. В проекте учтены два проводника: основной и локальный. Основные проводники устанавливаются в зумфах шахт, местные проводники устанавливаются в водоотливных камерах на квершлагах. Основные соединители соединяются с балками ствола с замкнутой системой проводников электромагнитных камер подземной центральной подстанции. Заземление заземляется в каждой электромагнитной камере, в каждом стационарном и передвижном координационном приборах, в каждом отдельном выключателе, в каждой муфте и коробке

Кроме того, на месторождении предусмотрены меры по борьбе с вибрацией.

При буровых работах применяются забойные амортизаторы, установленные между долотами и штангой. При работе с погрузочными машинами и автосамосвалами применяются кабины и сиденья, уменьшающие вибрацию. Для снижения степени воздействия шума на потолок и стены кабины используются скрытые звукопоглощающие устройства.

Для освещения рабочих участков шахты применяются прожекторы-лампы ГЗ-15. Его мощность 1000 Вт, Напряжение 220 В, световой поток 6000 мм. Кроме того, для освещения некоторых выработок используются лампы типа ДН-200 мощностью 150 Вт, световой поток 1875 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы в Республике Казахстан, разработан и утвержден ряд программных документов, направленных на повышение эффективности работы горной промышленности. Одним из приоритетных направлений работы является улучшение технико-экономических показателей деятельности шахт за счет внедрения новых технологий, в том числе с использованием анкерного крепления и смолоинъектирования в ослабленный массив вмещающих пород.

В настоящее время объемы крепления выработок анкерной крепью не превышают 70%, протяженности поддерживаемых выработок, остальная часть выработок на шахтах закреплена металлическими рамными податливыми конструкциями крепи.

Изучению особенностей и закономерностей деформирования массива, вмещающего выработки с рамными конструкциями крепи посвящены работы многих отечественных и зарубежных исследователей. Особенности и закономерности деформирования массива, вмещающего выработки с анкерным креплением изучены мало, особенно в сложных горнотехнических условиях. Учитывая перспективы использования анкерных систем для крепления выработок различного назначения на шахтах Казахстана, как одного из приоритетных направлений интенсификации производства, проведение таких исследований, несомненно, является актуальным.

Основные результаты и выводы диссертационной работы следующие:

1. В настоящее время большое значение имеет работа по закреплению выработок при проходке подземных горных выработок рудников и шахт, подземных объектов, возводимых в транспортно-коммуникационных, энергетических и других целях. Изучены физико-механические свойства и показатели устойчивости горных пород по длине растяжения массива, на котором возводится добыча «Штрек» протяженностью 720 м в горизонте - 480 месторождения «Восход» Хромтауского месторождения.

2. Физико-механические свойства горных выработок, параметры устойчивости, напряженно-деформационные условия рассчитаны по СНиП П-94-80, изучены возможности применения стандартной металлической арочной крепи и сталеполимерной анкерной крепи, изучены их конструктивные особенности и проведены анализы и экспертизы эффективности применения крепей. В ходе исследования были тщательно проанализированы технологии крепления подземных выработок, в том числе особенности затворов, примененных в практике; выявлены факторы, влияющие на состав, эксплуатационные качества и эффективность крепи.

3. Изучены технологические параметры и технико-экономические показатели применения металлической крепи и сталеполимерных анкеров, предлагаемой к утверждению выработки «Штрек», являющейся объектом исследования. В результате исследования было установлено, что по длине

растяжения выработки «Штрек» можно использовать сталеполимерные анкера в зависимости от параметров устойчивости массива горных пород.

4. Изучены технико-экономических показателей материалов, предлагаемой технологии крепи, представленная на утверждение выработки «Штрек», являющейся объектом исследования. Если анализировать сравнительные исследования с экономической точки зрения, то в случае применения металлической арочной крепи к выработке «Штрек» длиной 520м, являющейся объектом исследования, затраты на крепление составили 11260000 тенге. В ходе исследований было установлено, что затраты на материалы на крепь, расходуемые при применении сталеполимерной анкерной крепи, составят 7 945 600 тенге. В результате экономического сравнения, установлено, что при применении сталеполимерной анкерной крепи для крепления выработки «Штрек», затраты на материалы будут снижены в 1,4 раза. То есть, в ходе исследований установлено, что с применением метода крепления усовершенствованной анкерной крепью к выработке «Штрек» можно экономить на $Z_{\text{приб}}=3\ 314\ 400$ тг.

5. Кроме того, краткие сведения о безопасности труда при проходке и закреплении штрека на шахте «Восход» приведены в четвертом разделе диссертационной работы.

Список использованной литературы

1. Процессы подземных горных работ при разработке рудных месторождений. В.Р. Именитов. Москва, Недра, 1984
2. Мельников Н.И. Проведение и крепление горных выработок. Недра, 1988
3. Картозия Б.А., Федунец Б.И., Шуплик М.Н. и др. Шахтное и подземное строительство. Том 1.2003
4. Демин В.Ф., Яворский В.В., Демина Т.В., Чванова А.О. Обоснование технологических схем анкерного крепления при проведении горных выработок; 2018. – 132 с.
5. Заславский Ю.З., Мостков В.М. Крепление подземных сооружений. - М.: Недра, 1979. - 325 с.
6. Цай Б.Н. Малахов А.А., Бахтыбаев Н.Б. Обоснование параметров крепления выработок с учетом срока их службы // Горный журнал Казахстана 2003. – 234 с.
7. Алменов Т.М. «Жерасты ғимараттары құрылысының арнайы әдістері» Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2012. -163 б.
8. Картозия Б.А., Борисов В.Н. Инженерные задачи механики подземных сооружений. Учебное пособие 2-е издание М.: МГГУ, 2001. - 246с.
9. Битимбаев М.Ж., Шапошник Ю.Н., Крупник Л.А. Взрывное дело. Учебник. - Алматы: Print-S, 2012. – 822 с.
10. Шехурдин В.К. Задачник по горным работам, проведению и креплению горных выработок. Учебное пособие. М.: Недра, 1985. – 260 с.
11. СНиП II-94-80 «Подземные горные выработки» (Госстрой СССР). М.: Стройиздат, 1980. - 42 с.
12. Пат. РК 29862. Сталеполимерный анкер / В.Ф. Демин, Ю.Ю. Стефлюк, Т.В. Демина и др. 15.05.15, Бюл. №5. – 4 с.;
13. Вяльцев М.М. Технология строительства горных предприятий в примерах и задачах. Учебное пособие для вузов. - М.: Недра, 1989. - 240 с.
14. Гелескул М.Н., Каретников В.Н. Справочник по креплению капитальных и подготовительных горных выработок. - М.: Недра, 1982. - 479с.
15. Заславский Ю.З., Дружко Е. Б. Новые виды крепи горных выработок. -М.: Недра, 1989. – 256с.
16. Макаров А. Б. Практическая геомеханика. Пособие для горных инженеров. - Москва: «Горная книга», 2006. - 292с.
17. Қабылбеков М.Г. «Кәсіпорын экономикасы». - Алматы: ҚазҰТУ, 2002. -186 б.
18. Правила промышленной безопасности при ведении работ подземным способом. // Утверждены приказом МЧСРК, 25июля 2008 г., № 132. - Астана: 2008. - 392 с.

19. Правила промышленной безопасности при взрывных работах. // Утверждены приказом МЧС РК, 19 сентября 2007 г., №141.- 150 с.

20. Насонов И.Д., Федюкин В.А., Шуплик М.Н. «Технология строительства подземных сооружений»- М: Недра, 1983 -314 с.

21. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. СТ КазНИТУ – 09 – 2017.