



Акционерное общество  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ  
ИНСТИТУТ ОБОГАЩЕНИЯ И МЕХАНИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ «УРАЛМЕХАНОБР»  
(АО «УРАЛМЕХАНОБР»)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор  
АО «Уралмеханобр»,  
канд. техн. наук

К.В. Булатов

2025 г.



## ОТЧЁТ

о работе по теме:

«РАЗРАБОТКА «РУКОВОДСТВА ПО ВЫБОРУ ТИПА И ПАРАМЕТРОВ  
КРЕПЛЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК  
НА ОКТЯБРЬСКОМ ПОДЗЕМНОМ РУДНИКЕ АО «БУРИБАЕВСКИЙ ГОК»  
(Договор № 3199/25 от «20» января 2025 г.)

Зам. генерального директора  
по науке

В.Н. Закирничный

Начальник отдела горной науки,  
канд. техн. наук

Ю.А. Дик

Зав. лабораторией геотехнологии и  
горных технологических процессов

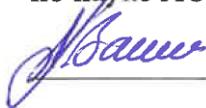
М.С. Танков



Акционерное общество  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ  
ИНСТИТУТ ОБОГАЩЕНИЯ И МЕХАНИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ «УРАЛМЕХАНОБР»  
(АО «УРАЛМЕХАНОБР»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора  
по науке АО «Уралмеханобр»

 В.Н. Закирничный

«12» 09 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер  
АО «Бурибаевский ГОК»

                         Р.Р. Сайтбаталов

«      »        2025 г.

**ПОЛОЖЕНИЕ (РЕГЛАМЕНТ)  
ПО КРЕПЛЕНИЮ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК  
НА ОКТЯБРЬСКОМ ПОДЗЕМНОМ РУДНИКЕ  
АО «БУРИБАЕВСКИЙ ГОК»**

Начальник отдела горной науки,  
канд. техн. наук



Ю.А. Дик

Зав. лабораторией геотехнологии и горных  
технологических процессов

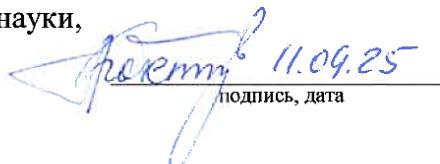


М.С. Танков

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР,

Зам. начальника отдела горной науки,  
канд. техн. наук

  
11.09.2025  
подпись, дата

А.В. Котенков  
(введение)

Отв. исполнитель,

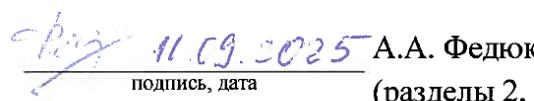
Зав. сектором крепления горных  
выработок

  
11.09.2025  
подпись, дата

Д.Р. Будник  
(разделы 3, 5, 6, 7,  
заключение, альбом)

Исполнители:

Зав. сектором геомеханики

  
11.09.2025  
подпись, дата

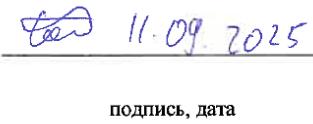
А.А. Федюков  
(разделы 2, 6)

Старший научный сотрудник

  
11.09.2025  
подпись, дата

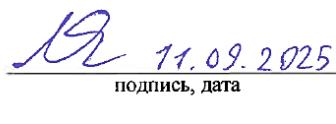
В.А. Запрудин  
(разделы 1, 2, 4, 6)

Научный сотрудник

  
11.09.2025  
подпись, дата

Д.Л. Топко  
(раздел 4, альбом,  
программа «Горизонт»)

Научный сотрудник

  
11.09.2025  
подпись, дата

П.В. Митъкиных  
(разделы 1, 2, 6  
илюстрации)

Младший научный сотрудник

  
11.09.2025  
подпись, дата

Д.С. Петров  
(альбом)

Нормоконтроль

  
11.09.2025  
подпись, дата

Т.А. Денисова

## **РЕФЕРАТ**

Отчёт 115 с., 32 рис., 24 табл., 12 источ.

**КРЕПЛЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК, КЛАСС УСТОЙЧИВОСТИ МАССИВА,  
НОМОГРАММА УСТОЙЧИВОСТИ, ДЕФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ, МОНИТОРИНГ  
КРЕПЛЕНИЯ, ПРОГРАММА «ГОРИЗОНТ»**

Объектом исследований является выполнение работ по креплению горных выработок на Октябрьском подземном руднике АО «Бурибаевский ГОК».

Цель работы – разработка единой нормативной документации по креплению подземных горных выработок на Октябрьском подземном руднике АО «Бурибаевский ГОК» в соответствии с фактическими горно-геологическими условиями: «Положение (Регламент) по креплению подземных горных выработок на Октябрьском подземном руднике АО «Бурибаевский ГОК», «Альбом типовых паспортов крепления», а также программное обеспечение «Горизонт» для сквозной организации составления паспортов крепления на производственных участках рудника и мониторинга горных выработок.

## СОДЕРЖАНИЕ

Термины и определения.....	7
Перечень сокращений и обозначений .....	9
Введение .....	10
Область применения .....	11
1 Инженерно-геологические условия месторождения .....	12
1.1 Геологические условия .....	12
1.2 Технологические условия .....	22
2 Деформационные модели горных выработок.....	25
3 Крепление горных выработок .....	27
3.1 Схемы крепления горной выработки .....	27
3.2 Параметры крепления горной выработки .....	33
3.3 Требования к крепежным материалам.....	46
3.3.1 Анкерная крепь.....	46
3.3.1.1 Стальнополимерная анкерная крепь.....	46
3.3.1.2 Фрикционная анкерная крепь .....	49
3.3.1.3 Железобетонная анкерная крепь.....	50
3.3.1.4 Опорные элементы и подхваты анкерной крепи, материалы для затяжки обнажения .....	52
3.3.2 Набрызгбетонная (торкретбетонная) крепь.....	55
3.3.2.1 Состав набрызгбетонной (торкретбетонной) смеси .....	55
3.3.2.2 Возведение набрызгбетонной (торкретбетонной) крепи .....	57
3.3.3 Комбинированные крепи.....	58
3.3.4 Рамная податливая крепь .....	59
3.3.4.1 Металлическая податливая рамная крепь .....	59
3.3.4.2 Комбинированная податливая рамная крепь.....	63
3.3.4.3 Материалы для затяжки и забутовки.....	64
3.3.5 Бетонная монолитная крепь .....	65
3.3.5.1 Состав бетонной смеси .....	66
3.3.5.2 Возведение бетонной крепи .....	67
3.3.6 Деревянная венцовая крепь.....	68
4 Составление паспортов крепления .....	69
5 Меры безопасности при креплении горных выработок .....	74
6 Мониторинг состояния крепления.....	75
6.1 Общие положения.....	75

6.2 Проверка проектных решений по креплению выработок.....	76
6.3 Контроль правильности определения горно-геологических условий .....	78
6.4 Контроль качества материалов для крепления и технологии установки крепи .....	78
6.4.1 Контроль анкерной крепи .....	78
6.4.2 Контроль набрызгбетонной (торкретбетонной) крепи.....	82
6.4.2.1 Контроль толщины набрызгбетона (торкретбетона) .....	82
6.4.2.2 Контроль прочности набрызгбетона (торкретбетона) .....	84
6.4.2.3 Контроль сцепления набрызгбетона (торкретбетона) .....	84
6.4.2.4 Контроль отскока (потерь) набрызгбетона (торкретбетона).....	84
7 Охрана и ремонт крепи .....	86
7.1 Охрана горных выработок .....	86
7.2 Ремонт крепи .....	86
8 Обязанности и ответственность работников .....	88
Заключение.....	90
Список использованных источников.....	92
ПРИЛОЖЕНИЕ А Расчет крепления горных выработок.....	93
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Паспорт крепления.....	102
ПРИЛОЖЕНИЕ В Форма журнала осмотра крепи и состояния горных выработок (пример заполнения) .....	112
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Форма журнала испытаний крепи (пример заполнения).....	113
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Определение необходимого количества испытаний набрызгбетонной (торкретбетонной) крепи .....	114

## **ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

В настоящем «Положение (Регламент) по креплению подземных горных выработок на Октябрьском подземном руднике АО «Бурибаевский ГОК» применяются следующие термины с соответствующими определениями:

**УСТОЙЧИВОСТЬ МАССИВА** – способность горных пород определенное время сохранять контур поперечного сечения при его вскрытии;

**ГОРНАЯ ВЫРАБОТКА** – сооружение в горном массиве, образованное для ведения горных работ;

**ПРОВЕДЕНИЕ (ПРОХОДКА) ВЫРАБОТКИ** – комплекс работ по разрушению и извлечению горных пород в пределах контура поперечного сечения выработки, установленного соответствующим паспортом;

**КРЕПЬ** – искусственное сооружение, возводимое в горной выработке для предотвращения обрушения окружающих пород, сохранения необходимых площадей поперечных сечений и обеспечения общей устойчивости массива на период эксплуатации выработки;

**КРЕПЛЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК** – работы по возведению, ремонту, перекреплению, перестановке или передвижке горной крепи в выработке;

**ПАСПОРТ КРЕПЛЕНИЯ ВЫРАБОТКИ (ПК)** – документ, определяющий для данной выработки класс устойчивости горного массива, конструкцию и параметры крепления, способ возведения крепи, объем работ и потребность в крепежных материалах;

**КАПИТАЛЬНЫЕ ВЫРАБОТКИ** – вскрывающие выработки, основные подготовительные выработки и отдельные камеры, сохраняемые в течение всего срока службы рудника или значительного ее участка (горизонта);

**ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ВЫРАБОТКИ** – тип горных выработок, которыми вскрытая часть месторождения разделяется на самостоятельные выемочные участки – этажи, блоки, панели и пр.;

**НАРЕЗНЫЕ ВЫРАБОТКИ** – тип горных выработок, проводимых в подготовленных выемочных участках и из которых непосредственно осуществляется извлечение рудного массива;

**ВОССТАЮЩАЯ ВЫРАБОТКА** – вертикальная или наклонная горная выработка, служащая для проветривания, передвижения людей, спуска полезного ископаемого или породы, доставки материалов и оборудования с горизонта на горизонт;

**КАМЕРНАЯ ВЫРАБОТКА** – горно-капитальная выработка со сроком эксплуатации примерно равным сроку службы горизонта или рудника; имеющая при сравнительно большом поперечном сечении, небольшую длину и предназначенная для различных служебных целей, размещения оборудования, хранения материалов или временного

нахождения людей (камера ремонта, камера стоянки техники (гараж), камера хранения взрывчатых материалов, медпункт, камера ожидания, постоянный склад материалов и пр.);  
**ВРЕМЕННАЯ КРЕПЬ** – крепь, возводимая для обеспечения безопасных условий работы в выработке на пространстве от забоя до постоянной крепи в период проходки;  
**ПОСТОЯННАЯ КРЕПЬ** – крепь горной выработки, устанавливаемая на весь срок службы выработки;  
**АНКЕРНАЯ КРЕПЬ** – конструкция, состоящая из металлической штанги, закрепленной в шпуре и опорной шайбы;  
**КОМБИНИРОВАННАЯ КРЕПЬ** – крепление, представляющее собой сочетание двух или более типов крепи;  
**НАБРЫЗГБЕТОННАЯ (ТОРКРЕТБЕТОННАЯ) КРЕПЬ** – крепление, получаемое методом пневматического распыления бетонной смеси на обрабатываемую поверхность;  
**ПОДАТЛИВАЯ РАМНАЯ КРЕПЬ** – крепление, состоящее из соединенных в единую конструкцию отдельных крепежных рам (арок), обеспечивающих заданную деформацию приконтурного массива с сохранением общей устойчивости выработки;  
**ЗАКОЛ** – трещина, образующаяся в массиве вблизи поверхностей обнажения и представляющая собой зависание в виде локально отслоившейся части массива;  
**ВЫВАЛ** – местное (единичное) произвольное выпадение в выработку сравнительно небольшой по объему массы породы, отделившейся от массива и не вызывающее полной потери устойчивости выработки;  
**ОБРУШЕНИЕ** – отделение от массива значительной по объему массы породы, вызывающее полную потерю устойчивости выработки на данном участке.

Для обозначения обязательности выполнения требований применяются слова **«должен»**, **«следует»**, **«необходимо»**, **«запрещено»** и производные от них.

Слово **«допускается»** означают, что данное решение применяется в виде исключения как вынужденное (вследствие отсутствия необходимых технических решений, оборудования, материалов и т. п.).

Нормируемые значения величин с указанием **«не менее»** являются наименьшими, а с указанием **«не более»** – наибольшими.

Все значения величин с предлогами **«от»** и **«до»** следует понимать включительно.

## **ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ**

В настоящем «Положении...» применяются следующие сокращения и обозначения с соответствующими определениями:

СПА – сталеполимерная анкерная крепь;

ФА – фрикционная анкерная крепь;

ЖБШ – железобетонная анкерная крепь;

АК – анкерная крепь;

АКК – анкерная комбинированная крепь, состоящая из анкеров с сеткой или армокаркасами;

УКК – усиленная комбинированная крепь, состоящая из анкеров с сеткой или армокаркасами и набрызгбетона (торкретбетона);

КМП – крепь рамная металлическая податливая;

ККП – крепь рамная комбинированная податливая;

БК – бетонная монолитная крепь;

СВП – специальный взаимозаменяемый профиль;

СВГП – специальный взаимозаменяемый гнутый профиль;

ПК – паспорт крепления.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Работа по договору № 3199/25 от 20.01.2025 «Разработка «Руководства по выбору типа и параметров крепления подземных горных выработок на Октябрьском подземном руднике АО «Бурибаевский ГОК» выполнена с целью установления единого подхода к изучению и оценке устойчивости массива горных пород при проходке и креплении подземных горных выработок.

Требования, направленные на обеспечение промышленной безопасности, предупреждение аварий, случаев производственного травматизма при проходке подземных горных выработок регламентируются Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» (приказ № 505 Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 8 декабря 2020 года) [1]. Для учета особенностей ведения горных работ в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях Октябрьского месторождения в соответствии с п. 86 «Правил безопасности при ведении горных работ...» [1] разработано настоящее «Положение (Регламент) по креплению подземных горных выработок на Октябрьском подземном руднике АО «Бурибаевский ГОК» (далее – «Положение...»).

«Положение...» включает в себя методику определения геологической устойчивости вмещающих пород и руд с помощью разработанной номограммы месторождения; учет технологических факторов, оказывающих влияние на устойчивость горных выработок; обоснование выбора типа и параметров крепления; схемы возведения крепи и допустимые отставания от забоя; технические и технологические требования к крепям; общие меры безопасности при возведении крепи; схему мониторинга устойчивости горных выработок; меры по охране и ремонту крепи; требования к составлению паспорта крепления, в том числе с применением программы «Горизонт». «Положение...» дополнено «Альбомом типовых паспортов крепления» (далее – «Альбом...»), включающего в себя типовые паспорта крепления выработок, используемых сечений согласно проектной документации, а также их сопряжений.

## **ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

«Положение...» обязательно к применению для определения класса устойчивости и выбора типа и параметров крепления для горизонтальных и наклонных горно-капитальных, подготовительных, разведочных и нарезных выработок; их сопряжений; восстающих горных выработок, а также камерных выработок.

С введением в действие «Положения...» отменяются «Руководство по выбору типа и параметров крепления...» [2] и «Инструкция по креплению...» [3].

Специфика и особенности организации выполнения основных и вспомогательных производственных процессов крепления горных выработок в условиях АО «Бурибаевский ГОК», требования к эксплуатации оборудования, применяемого для возведения крепи, порядок и последовательность выполнения конкретных технологических операций (технологические карты), способы и меры по их безопасному производству, мероприятия по обеспечению контроля за производственными процессами и промышленной безопасностью, определяются в регламенте технологического производственного процесса «Проходка горизонтальных и наклонных горных выработок» в соответствии с п. 26 «Правил безопасности при ведении горных работ...» [1].

Параметры крепей, работы по их возведению и контролю, ведение документации и иные действия, не обозначенные в настоящем «Положении...» определяются техническим руководителем АО «Бурибаевский ГОК» или Октябрьского подземного рудника.

Срок действия «Положения...» до актуализации – пять лет. При необходимости внесения изменений в течение данного срока, АО «Уралмеханобр» разрабатывает соответствующие дополнения по запросу АО «Бурибаевский ГОК».

# 1 Инженерно-геологические условия месторождения

## 1.1 Геологические условия

Октябрьское медно-колчеданное месторождение представляет собой вулканогенно-осадочную толщу рифтового типа, с размещенными в ней скоплениями сульфидных минералов в виде вкрапленностей, линз и пластообразных залежей. Характерной особенностью рифтовых систем является наличие вулканической активности при наращивании океанической коры (Рисунок 1.1) и тектоники при аккреции вулканогенных толщ, где океаническая кора погружается под континентальную окраину, а вулканогенно-осадочная толща срезается с океанической коры и собирается в складчатую структуру.

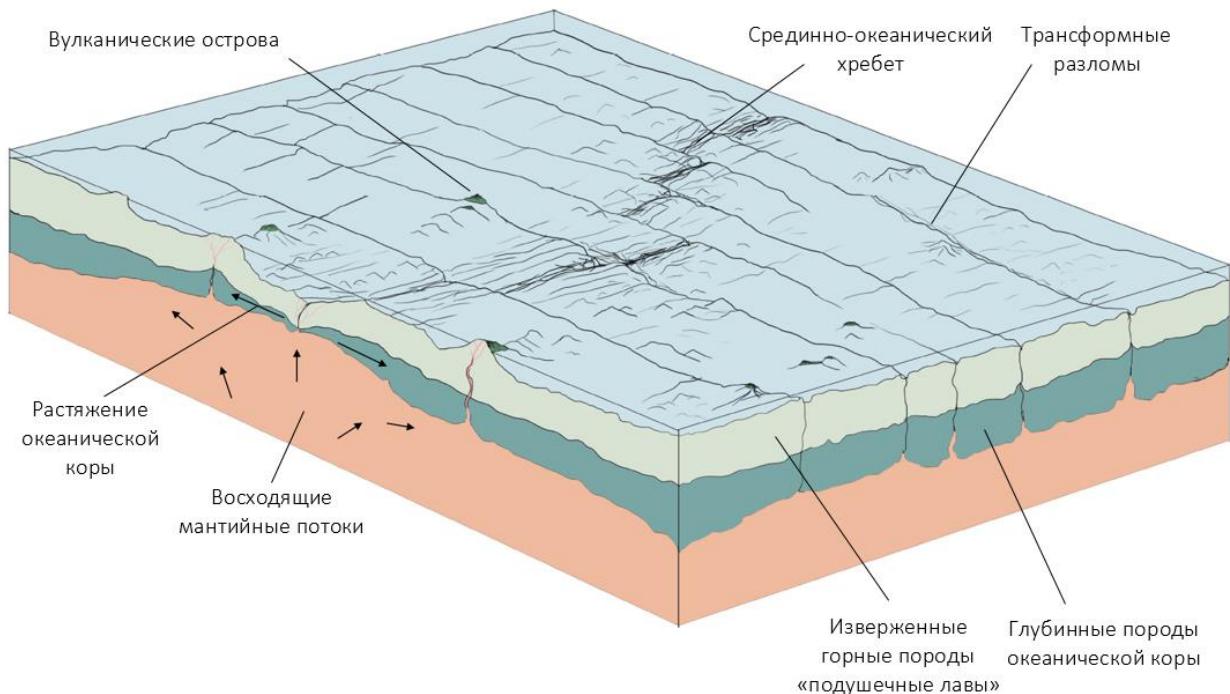
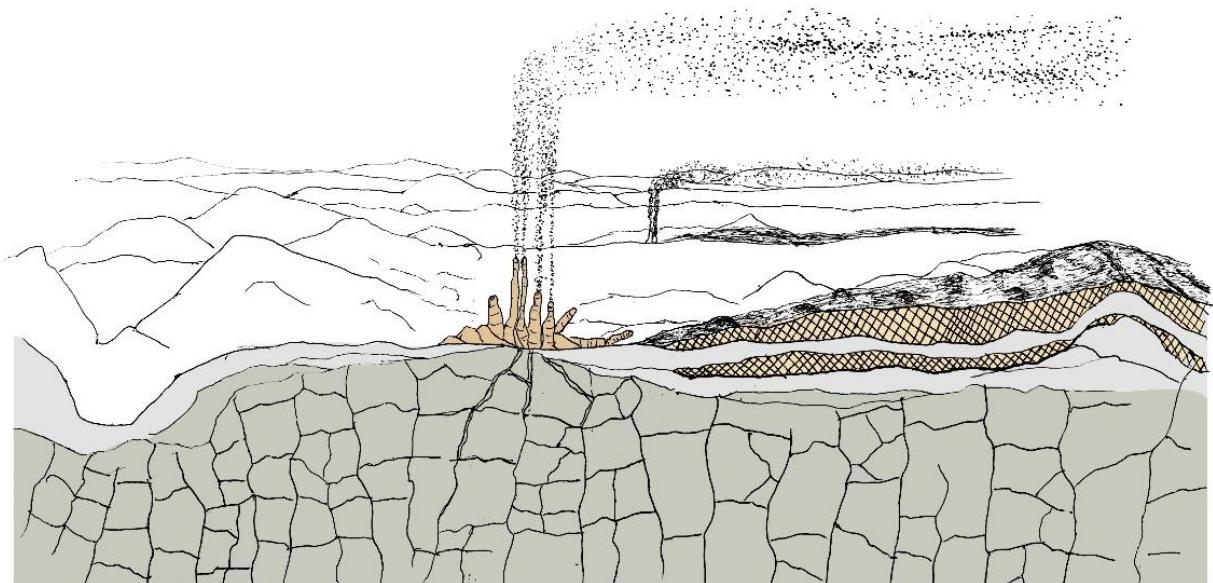
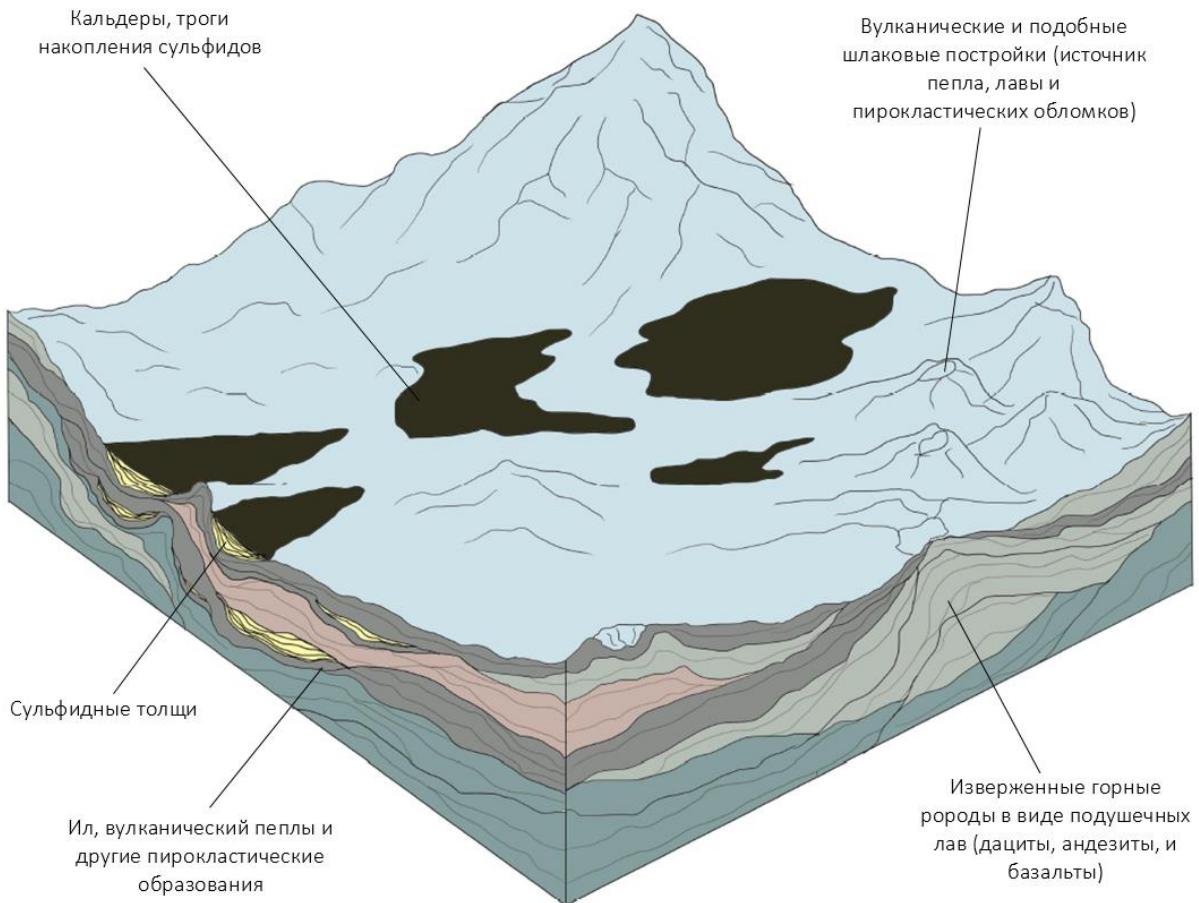


Рисунок 1.1 – Блок-диаграмма наращивания океанической коры (спрединг)

Тонкая океаническая кора в месте наращивания испытывает растяжение, что приводит к вулканической активности и образованию тектонических нарушений. Интенсивная тектоника и вулканическая активность приводят к выходу гидротермальных растворов на поверхность морского дна. Рудные растворы, представляющие собой тонкодисперсные взвеси, выпадают в осадок и накапливаются в углублениях морского дна (происходит рудоотложение). Рудоотложение иногда прерывается и перекрывается вулканогенно-осадочными толщами, что определяет мощность рудных тел. Спокойное рудоотложение формирует мощные рудные тела, а частые перерывы приводят к формированию группы маломощных рудных тел. Одновременное отложение сульфидных взвесей и вулканического материала приводит к образованию тонкослоистых и вкрапленных руд (Рисунки 1.2 и 1.3). Содержание металлов определяется химическим составом сульфидных растворов, выходящих из точек разгрузки.



По мере перемещения океанической коры от рифтового хребта к зоне субдукции (граница погружения океанической коры под континентальную окраину), происходит погребение рудных тел толщами вулканических и осадочных горных пород (Рисунки 1.4 и 1.5).

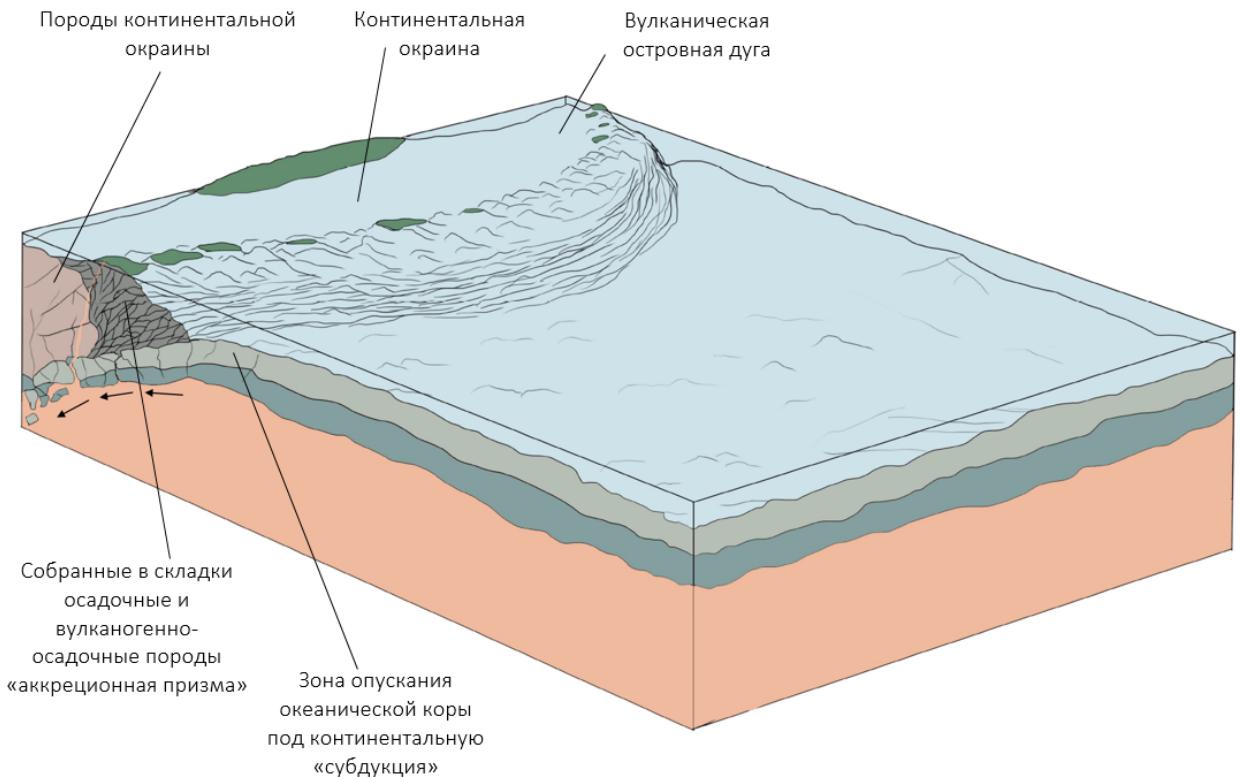


Рисунок 1.4 – Блок-диаграмма образования островной дуги (зона субдукции)

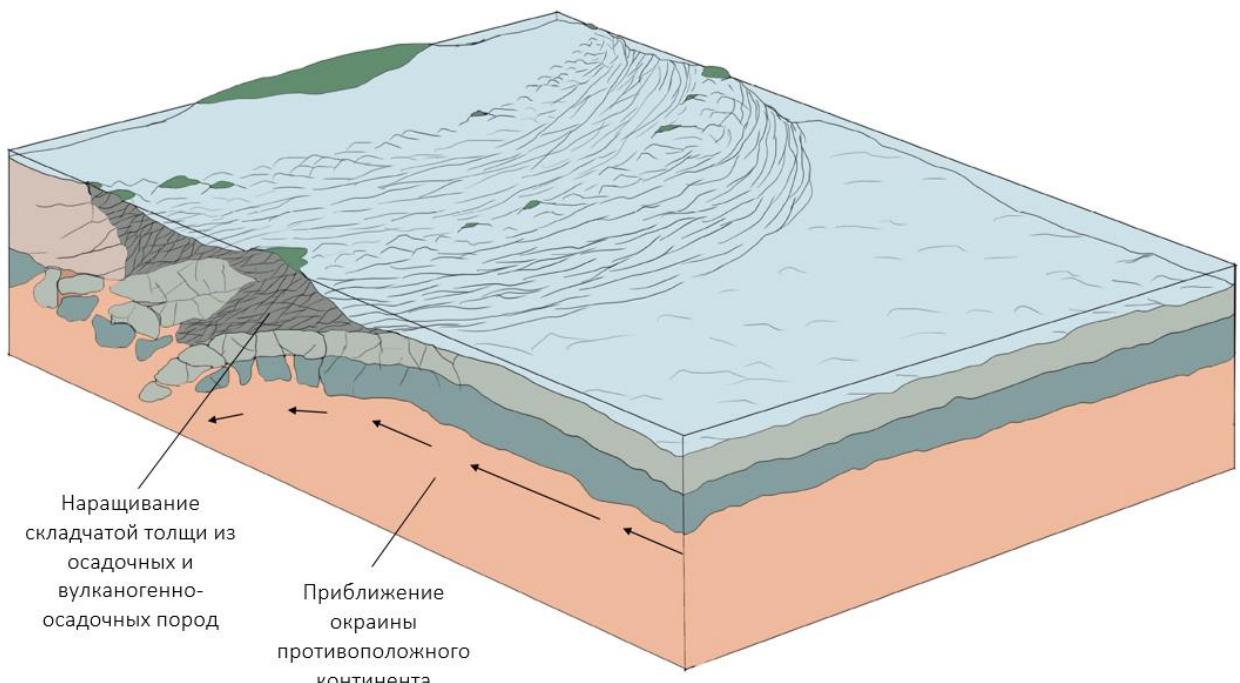


Рисунок 1.5 – Блок-диаграмма развития островной дуги

С увеличением глубины залегания рудная толща и вмещающие породы подвергаются литофикиации (например, рыхлые кремнистые осадки превращаются в прочные яшмы, а порошкообразные сульфидные отложения в рудные тела) и метаморфическим преобразованиям (Рисунок 1.6). Наибольшие изменения претерпевают вмещающие породы вблизи рудной толщи. Это вызвано выделением химически связанной воды и химически активных веществ из рудной толщи, которая была обогащена ими, и

перемещение их в более бедные (обезвоженные при формировании) вмещающие породы. В результате, вмещающие породы, насыщаясь водными растворами при повышенном давлении и температуре, претерпевают метаморфические преобразования, например, прочные полевые шпаты преобразуются в мягкие чешуйчатые минералы (тальк, хлорит и серицит). Зональность преобразований определяется длительностью гидротермального воздействия, фактической трещиноватостью горных пород на момент преобразований и склонностью горных пород к изменениям (метаморфизму).

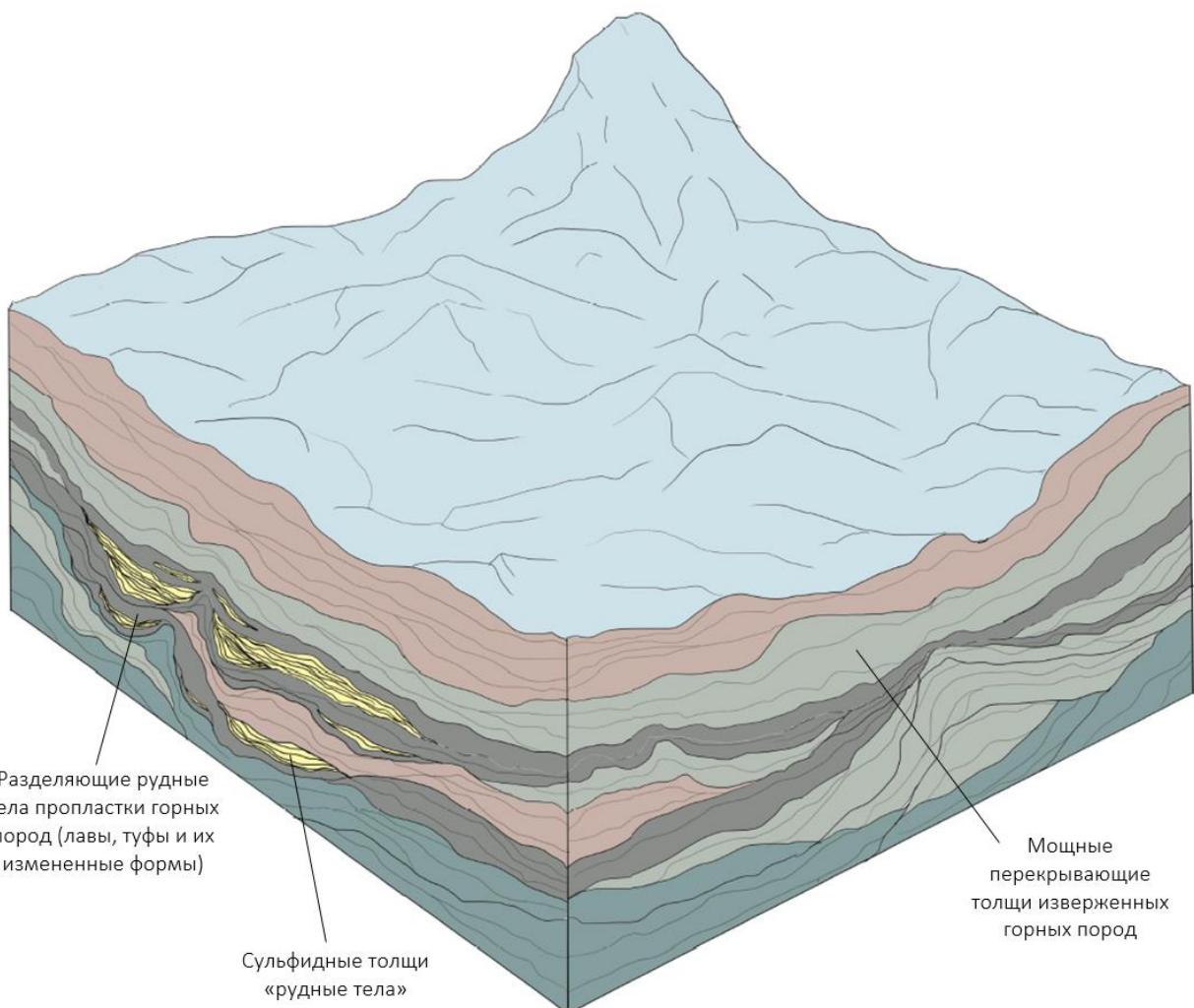


Рисунок 1.6 – Блок-диаграмма перекрытия рудных отложений

При полном закрытии океана и столкновения континентов происходит смятие континентальных окраин, а собранные в складки океанические толщи (аккреционная призма) выдавливаются на поверхность между их окраинами (Рисунки 1.7 и 1.8). Выдавленная аккреционная призма образует вытянутую складчатую область – Магнитогорскую мегазону, которая представляет собой металлоносную провинцию, где Октябрьское медно-колчеданное месторождение является одним из большого числа рудных скоплений этой области.

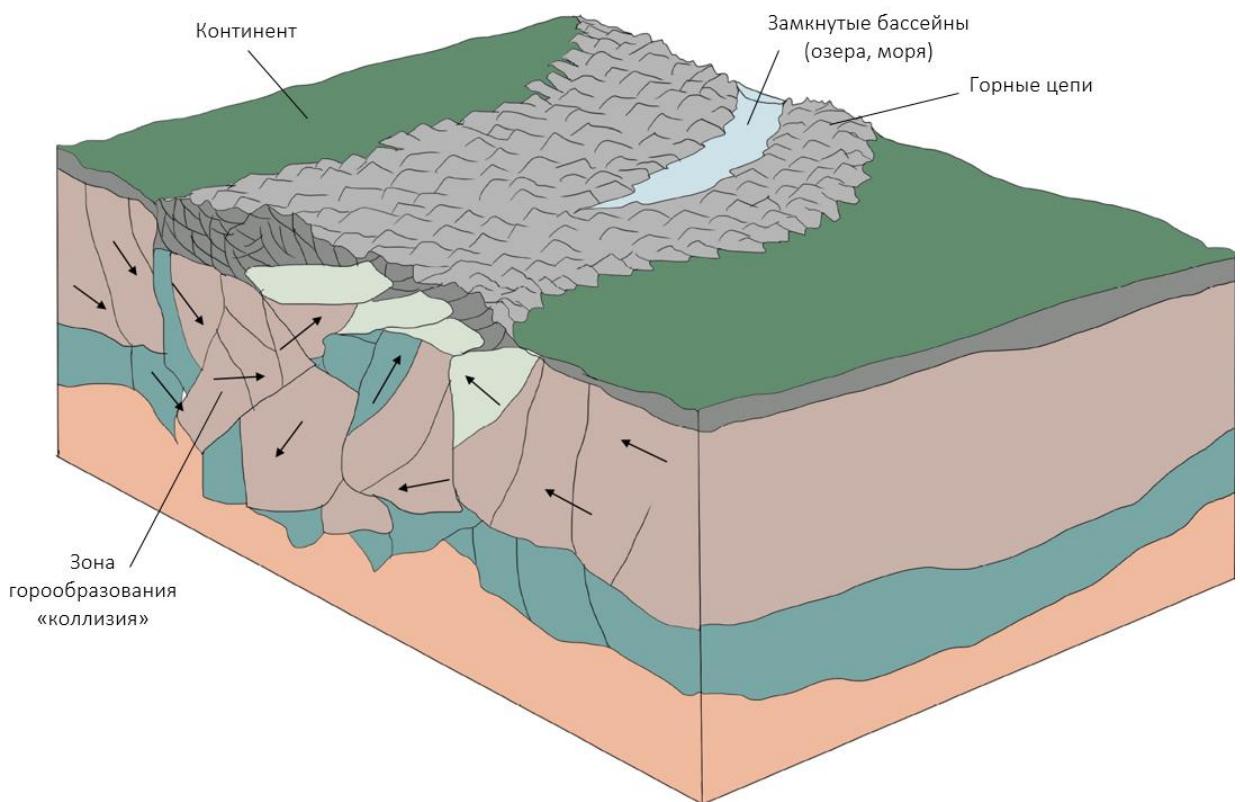


Рисунок 1.7 – Блок-диаграмма горообразования

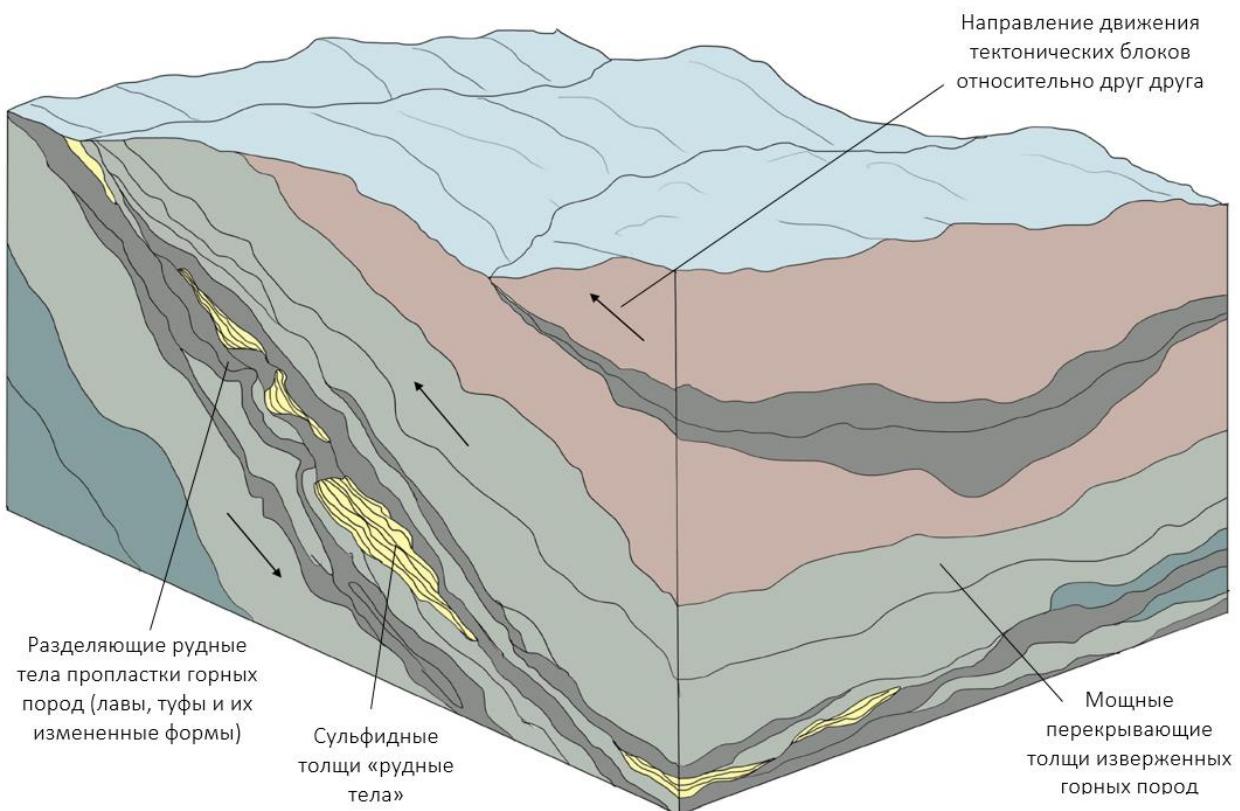


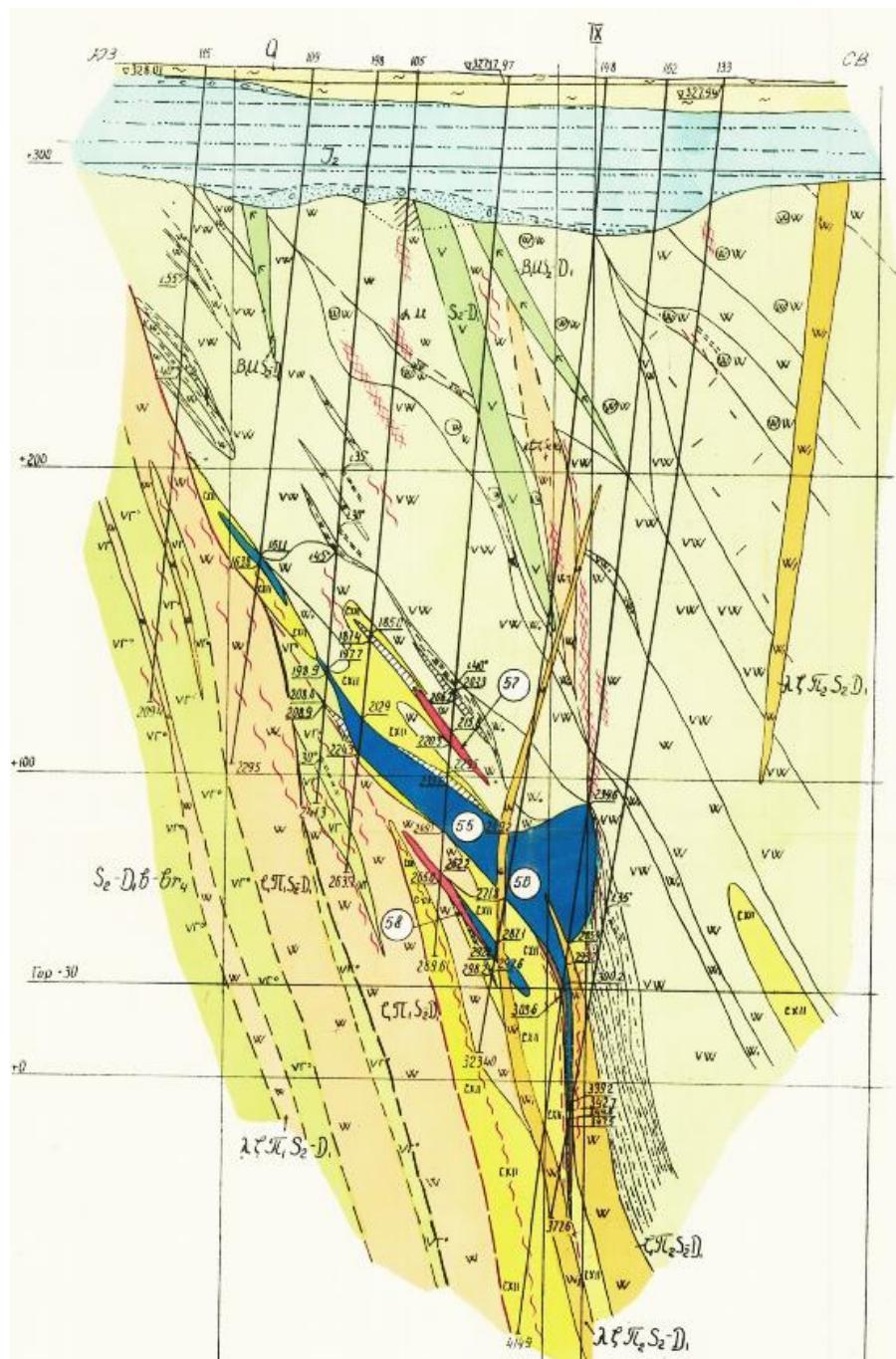
Рисунок 1.8 – Блок-диаграмма тектонических смещений в толще

Выдавливание сопровождается активной тектоникой. Тектонические нарушения способствуют образованию сбросов и надвигов, а по образованным нарушениям идет внедрение даек и вторичных кварц-карbonатных растворов. Так как поверхность, на которой происходило отложение рудной толщи и преобразование вмещающих пород,

представляя собой плоскость ослабления толщи, то эта поверхность стала плоскостью по которой происходило движение тектонических блоков. Это подтверждается полевыми наблюдениями в выработках, где наблюдаются следы интенсивного истирания, брекчирования, метаморфизма и пластического деформирования, что обычно характерно для региональных разломов.

При выветривании верхние толщи сносятся, а складчатая зона выравнивается, тем самым обнажая коренные горные породы и рудные тела.

На рисунке 1.9 представлен характерный разрез, который показывает текущее состояние геологической толщи вкрест простирации Октябрьского месторождения.



С учетом описанной геологической характеристики месторождения Октябрьское, можно выделить ряд определяющих факторов, оказывающих влияние на устойчивость вмещающих пород – действие гидротермальных изменений массива и влияния тектоники. Устойчивость рудной толщи зависит от ее состава и характера накопления, а также тектонических нарушений прошедших по простиранию рудных тел. Номограмма геологической устойчивости вмещающих пород и руд представлена на рисунке 1.10.

Согласно представленной номограмме шахтное поле Октябрьского месторождения разделено на шесть геологических классов устойчивости, где четыре класса соответствуют вмещающим породам и два рудной толще. Далее приводится отличительное описание каждого из них.

**Первый геологический класс** соответствует массиву любых изверженных горных пород (туфы, дациты, андезиты или базальты), незатронутых гидротермальными процессами. Имеет крупноблочную структуру, угловатой формы блоков с шероховатыми поверхностями без заполнителей. При ударе геологического молотка издается резкий и звенящий звук, а на месте удара остаются небольшие царапины. Массив находится в зажатом состоянии. Требуется несколько ударов геологического молотка для отделения фрагмента от массива.

**Второй геологический класс** представлен слабо измененными горными породами. Массив имеет крупноблочную структуру, угловатой формы блоков с гладкими поверхностями скольжения, трещины заполнены мягкими чешуйчатыми минералами (тальк, хлорит и серицит). При ударе геологического молотка остаются небольшие вмятины, отделение фрагмента от массива требует несколько ударов геологического молотка. Деформация незакрепленного массива этого класса может проявляться в виде мгновенного выскальзывания крупных блоков в выработку.

**Третий геологический класс** представлен измененными горными породами. Массив имеет мелкоблочную перемянутую структуру, микротрещиноватость, форма блоков остроугольная – чешуйчатая. При ударе геологического молотка остаются вмятины, место удара осипается. Образец легко отбирается без геологического молотка и прочих инструментов.

**Четвертый геологический класс** представлен полностью измененным горными породами. Массив сложен мягкими тонкочешуйчатыми минералами с блоками разрыхленных пород и сульфидной (рудной) минерализацией. Геологический молоток при ударе легко вонзается в массив оставляя глубокие вмятины. При обводнении, фрагменты массива становятся скользкими, пластичными и жирными на ощупь, а сам массив разбухает, переходя от пластичной массы к текучему состоянию в виде сгустков и хлопьев.

**Пятый геологический класс** представлен чередующимися тонкими слоями раздавленной трещиноватой руды и измененными породами состоящей из чешуйчатых мягких минералов с минерализацией. Форма блоков рудных прослоек мелкая, с микротрещиноватостью, при ударе геологического молотка происходит осыпание мелкой рудной крошки в месте удара. При ударе геологического молотка по нерудным прослойкам издается глухой звук, либо хлюпающий в зависимости от интенсивности обводнения, а в месте удара остаются глубокие вмятины. Обводненные фрагменты массива становятся скользкими, пластичными и жирными на ощупь, а сам массив разбухает, переходя от пластичной массы к текучему состоянию в виде сгустков и хлопьев.

**Шестой геологический класс** представлен сплошным массивом медной руды с невыраженной слоистостью и редкими тектоническими нарушениями по простианию. При ударе геологического молотка издается резкий звенящий звук, а на месте удара остаются небольшие царапины. Массив находится в зажатом состоянии. Отбор образца требует нескольких ударов геологического молотка.

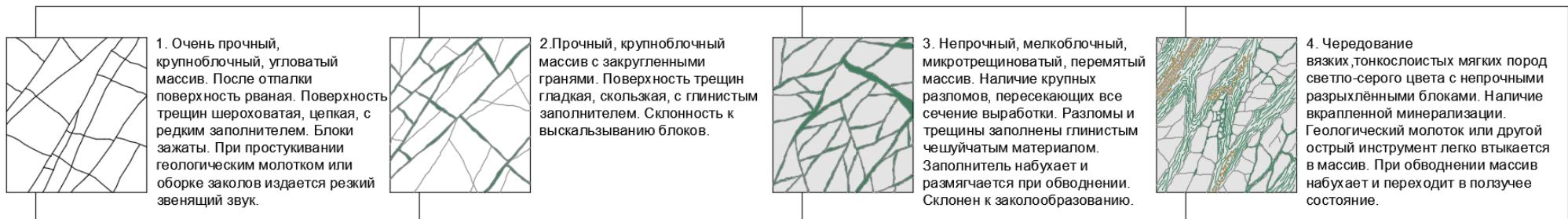
В рамках решаемой задачи крепления горных выработок, в определение геологических классов по вышеописанной методике, не так важно определить различные вариации базальтов, андезитов, дацитов, туфов и других, как важно определить характер состояния массива по указанным отличительным особенностям, которые оцениваются в полевых условиях. При пересечении горной выработкой границы разных геологических классов, независимо от ее ориентации и мощности, пересекаемому интервалу выработки присваивается наименьший класс устойчивости из встреченных, требующий усиленного крепления. Например, если при проходке выработки в массиве горных пород с геологическим классом устойчивости «2» пересекается маломощный слой с классом «3», то данному интервалу присваивается геологический класс устойчивости «3».

Каждому геологическому классу устойчивости определен геологический индекс прочности породных массивов (*GSI*): «1» –  $70 < GSI < 90$ ; «2» –  $40 < GSI < 70$ ; «3» –  $20 < GSI < 40$ ; «4» –  $20 < GSI < 30$ ; «5» –  $20 < GSI < 40$ ; «6» –  $60 < GSI < 80$ .

Обобщенные физико-механические свойства вмещающих пород и руд, характерных для указанных классов, представлены в таблице 1.1.

## НОМОГРАММА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КЛАССОВ УСТОЙЧИВОСТИ ДЛЯ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД

### СТЕПЕНЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ РАСТВОРОВ НА ИЗВЕРЖЕННЫЕ ПОРОДЫ (АНДЕЗИТЫ, ДАЦИТЫ) И ТУФЫ



## НОМОГРАММА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КЛАССОВ УСТОЙЧИВОСТИ ДЛЯ РУД

### РЕЖИМ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ СУЛЬФИДОВ (ЧАСТОТА СМЕНЫ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ)



Рисунок 1.10 – Номограмма устойчивости для вмещающих пород и руд Октябрьского месторождения

Таблица 1.1 – Физико-механические свойства руд и пород Октябрьского месторождения.

№ п/п	Наименование руд, пород	Прочность при сжатии $\delta_{сж}$ , МПа	Прочность при растяжении $\delta_p$ , МПа	Угол внутреннего трения $\rho$ , град	Сцепление C, МПа	Коэффициент крепости $f$	Объёмный вес $\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>
1	Дацитовые и липарито-дацитовые порфиры	124,3	30,7	37	31,6	8 ÷ 9	2,74
2	Хлорито-серицито-кварцевые порфиры	65,5	18,1	35	17,2	5 ÷ 6	2,74
3	Туфы дацитового состава	131,7	36,0	37	32,3	13 ÷ 14	2,73
4	Туфы андезито-базальтового состава	96,2	35,6	36	24,0	10	2,78
5	Диабазовые порфириты	117,1	30,4	36	23,5	13 ÷ 17	2,81
6	Андезитовые и андезито-базальтовые порфиры	110,0	34,2	37	26,9	8 ÷ 9	2,78
7	Медные руды	74,8	28,3	35	22,8	7 ÷ 8	4,35
8	Медно-цинковые руды	98,2	30,3	36	23,5	9 ÷ 10	3,90

## 1.2 Технологические условия

Устойчивость горного массива зависит не только от свойств геологической среды, в которой ведется процесс проходки выработок, но и от особенностей системы разработки. В настоящее время на руднике применяется камерная система разработки с подэтажной отбойкой с выпуском руды через дучки.

Транспортный уклон служит вскрывающей рудную залежь горной выработкой и, чаще всего, процесс его проходки будет происходить в горном массиве с чередованием различных геологических классов устойчивости. Устойчивость транспортного уклона необходимо обеспечить на длительный срок его эксплуатации (время отработки отдельной рудной залежи). Сборочный штрек – горная выработка, пройденная по простианию для транспортировки отбитой рудной массы до транспортного уклона. Подготовка к отработке рудных запасов камеры начинается с проходки ортов скреперования, которые через дучки сбиваются с буровыми ортами подэтажных горизонтов. Близкое расположение ниши очистных дучек создает условия для концентрации горного давления в области ортов скреперования (особенно в «3», «4» и «5» геологических классах устойчивости). После проходки отрезного восстающего и расширения отрезной щели производится отбойка рудных запасов с помощью вееров взрывных скважин. Сейсмическое воздействие от ведения взрывных работ провоцирует раскрытие трещин и разуплотнение горного массива. Веера взрывных скважин при ортовой схеме подготовки блока ориентированы по простианию рудного тела. При частом чередовании породных и рудных прослоев («5» геологический класс устойчивости) может происходить пересыпание некоторых взрывных скважин, снижение качества отбойки и повышенный выход негабарита. При его дроблении в нишах дучек будет происходить разрушение лобовины дучки до ее объединения с ортом скреперования. Все это формирует технологические факторы, которые оказывают влияние на устойчивость горных выработок (Таблица 1.2). Эти факторы учитываются при проектировании крепи горных выработок (составлении типовых паспортов для выработок различного назначения).

Таблица 1.2 – Технологические факторы, оказывающие влияние на устойчивость горных выработок

Обозначение технологического фактора	Описание технологического фактора
А	Сейсмическое воздействие от ведения взрывных работ
Б	Близкое расположение горных выработок концентрирует горное давление в целиках
В	Вторичное дробление негабаритов

Схема подготовительно-нарезных работ в блоке и характерное для Октябрьского месторождения изменение геологии при вскрытии рудного участка представлена на рисунке 1.11.

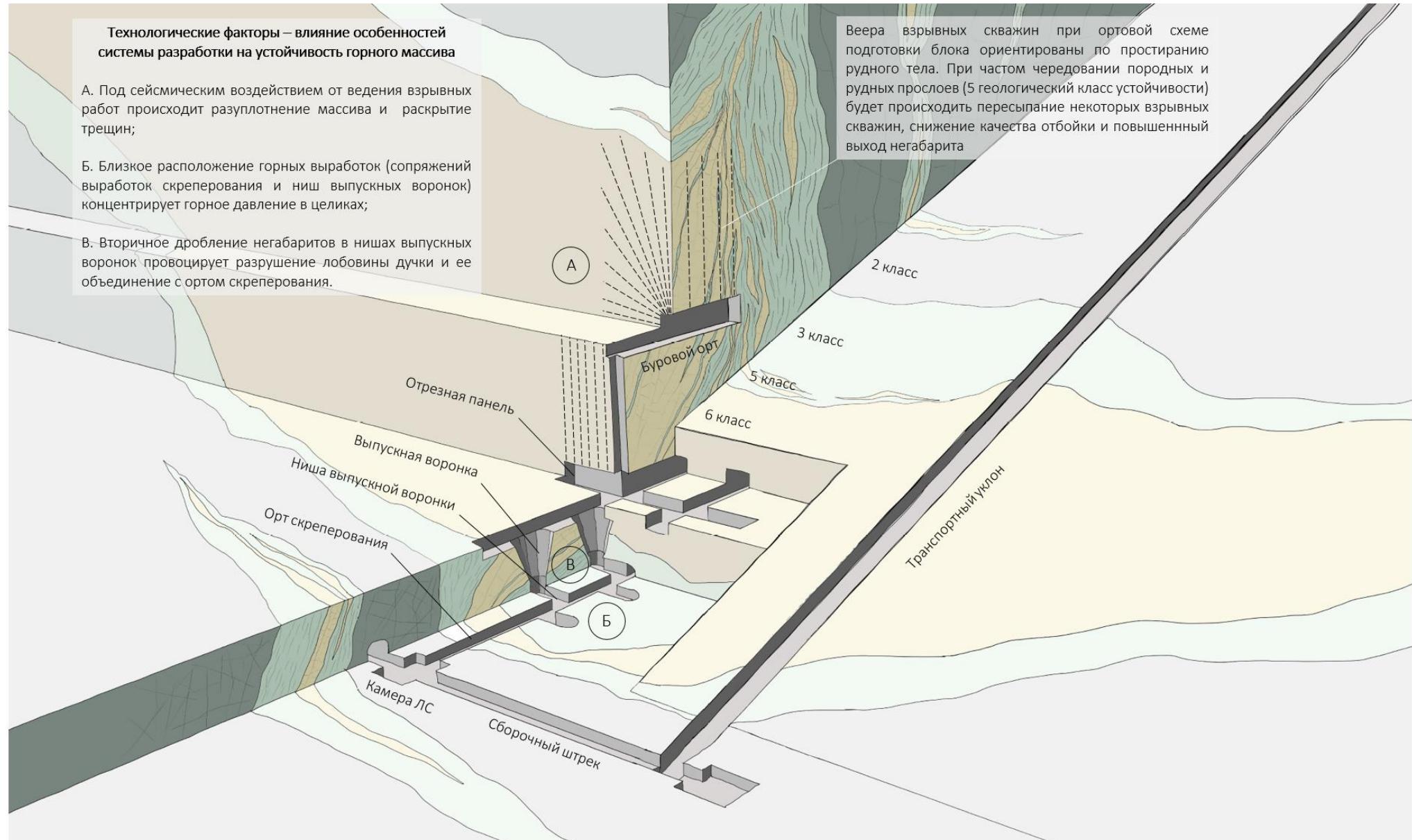


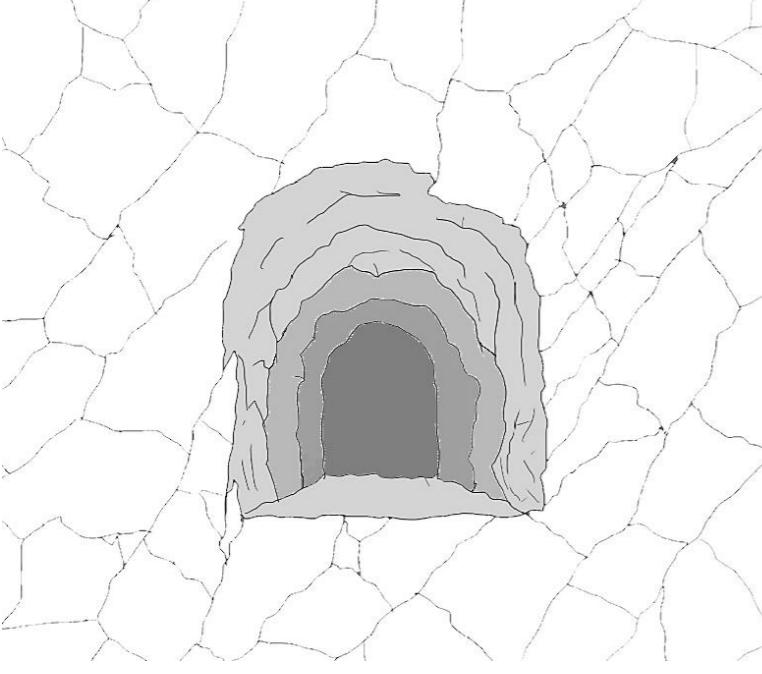
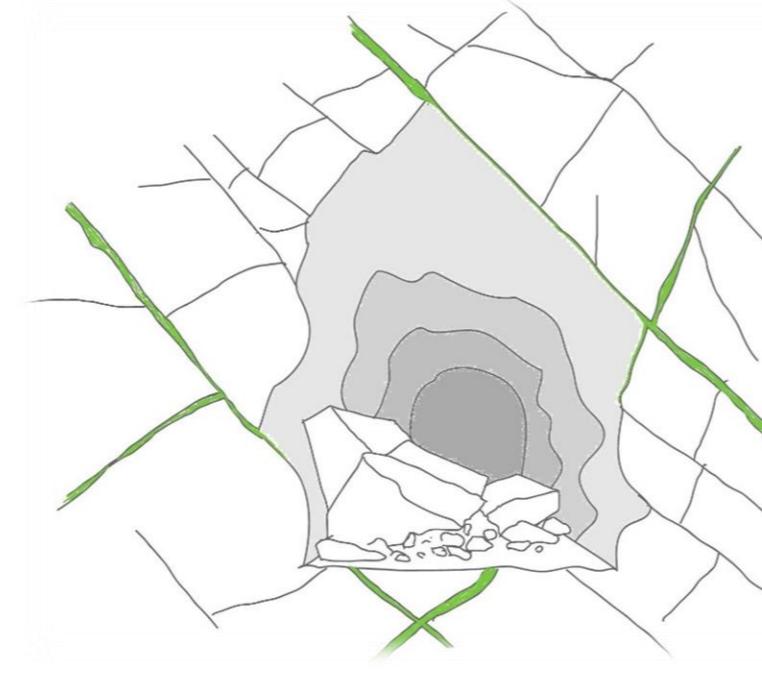
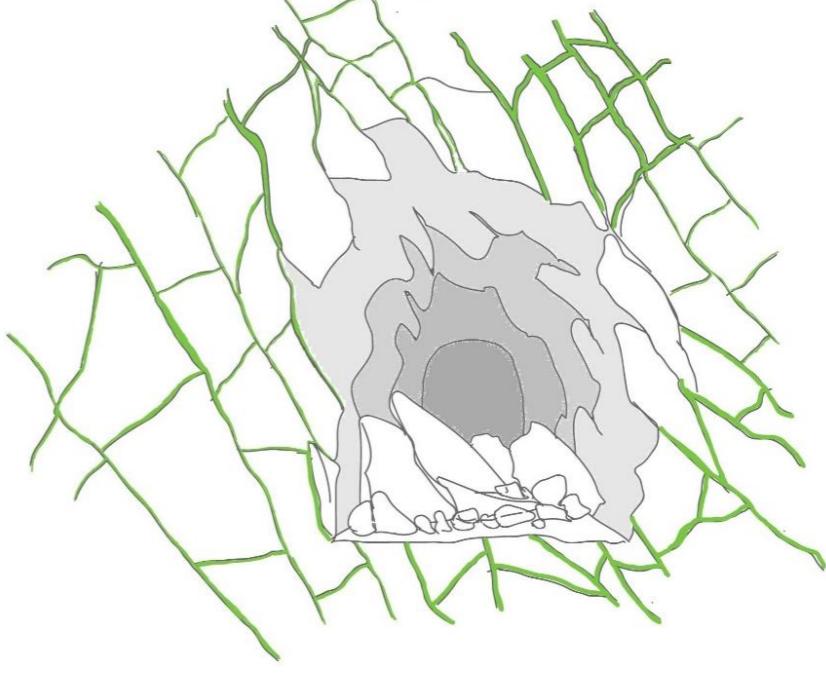
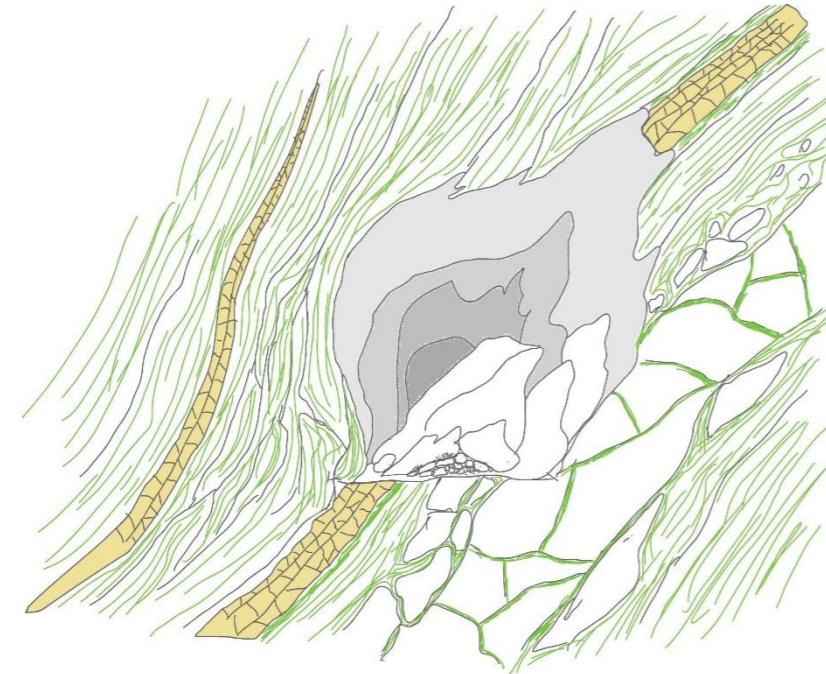
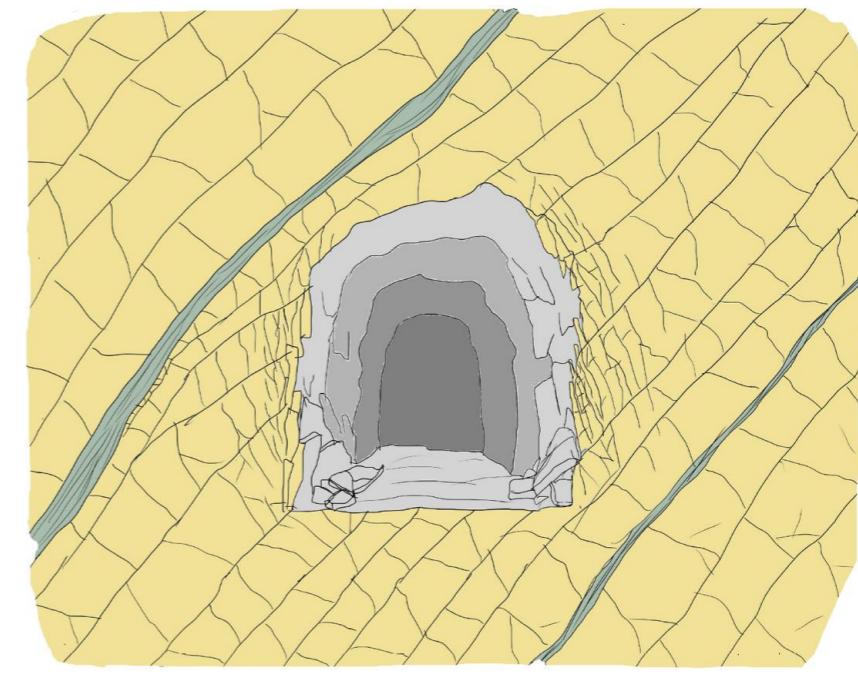
Рисунок 1.11 – Технологические факторы, влияющие на устойчивость горных выработок

## **2 Деформационные модели горных выработок.**

Деформационная модель – это инженерный взгляд на процесс деформации горной выработки, проводимой в конкретных горно-геологических условиях (классах устойчивости горного массива). Класс устойчивости – это характеристика горного массива, определяемая сочетанием геологического класса устойчивости из номограммы (Рисунок 1.10) с технологическими факторами. Например, класс устойчивости «3А» обозначает, что выработка проводится в условиях непрочного интенсивно перемятого массива с наличием крупных разломов (геологический класс устойчивости «3»), который подвержен сейсмическому воздействию от ведения взрывных работ (технологический фактор «А»).

Разрушение горной выработки, проводимой в определенном геологическом классе устойчивости будет иметь свои особенности, которые показаны в таблице 2.1. Приведенные схемы указаны для случая отсутствия крепления или его несвоевременной установки. Различные технологические факторы не изменяют характера разрушения горных выработок, а только усиливают его.

Таблица 2.1 – Модели деформации горных выработок в различных классах устойчивости

		
<b>Класс устойчивости «1».</b> Постепенное выпадение блоков в выработку.	<b>Класс устойчивости «2».</b> Выскользывание блоков по трещинам с глинистым заполнителем. Разрушение происходит практически мгновенно.	<b>Класс устойчивости «3»</b> Постепенное растрескивание и выпадение блоков в выработку. Образование новых заколов после оборки. Раздавливание боков выработки.
		
<b>Классы устойчивости «4» и «5».</b> Размягчение и высыпание пород по напластованию. При обводнении ползучее выдавливание пород в выработку.	<b>Класс устойчивости «6».</b> Горные выработки сохраняют общую устойчивость. Ведение взрывных работ в процессе добычи способствует растрескиванию и отслоению мелких блоков.	

### **3 Крепление горных выработок**

#### **3.1 Схемы крепления горной выработки**

Для недопущения развития указанных деформаций в горных выработках и сохранения их устойчивости на необходимый срок службы, предусматриваются соответствующие схемы крепления для всех выделенных классов горного массива (Таблицы 3.1 ÷ 3.5).

Схемы крепления горных выработок допускают использование определенного набора крепежных материалов, наиболее эффективно работающих в данных условиях. Любой тип или вид крепи, а также отдельный ее элемент будет выполнять свою функцию только в том случае, если при их установке была соблюдена технология, а также своевременность возведения.

По схеме взаимодействия с массивом во всех классах устойчивости использованы два типа крепи: упрочняющая (укрепление массива за счет создания в нем дополнительных напряжений элементами крепления) и поддерживающая (поддержка массива приложением к контуру выработки реактивной силы элементов крепи). При этом, все предусмотренные виды и типы крепи являются пассивным креплением, которое развивает свою несущую способность по мере деформации горного массива.

Таблица 3.1 – Схема крепления выработки в «1» классе устойчивости (породный массив)

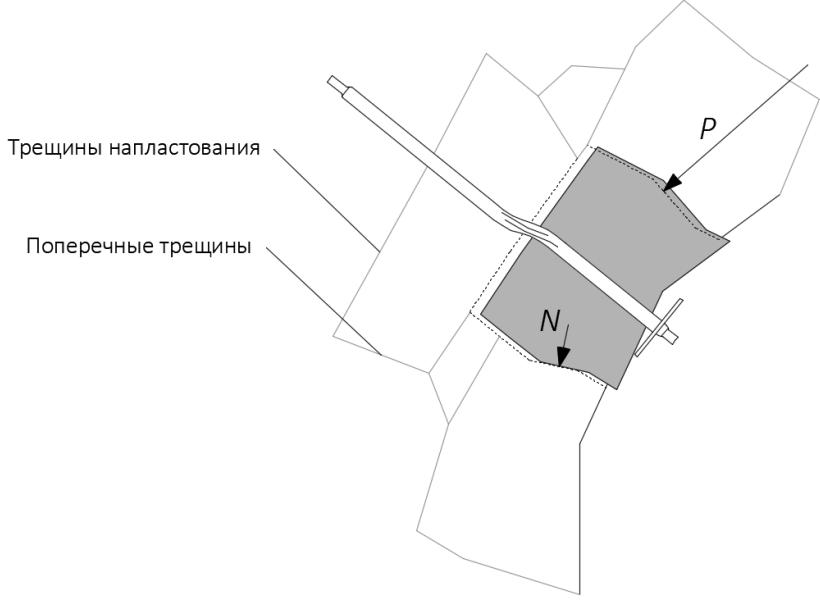
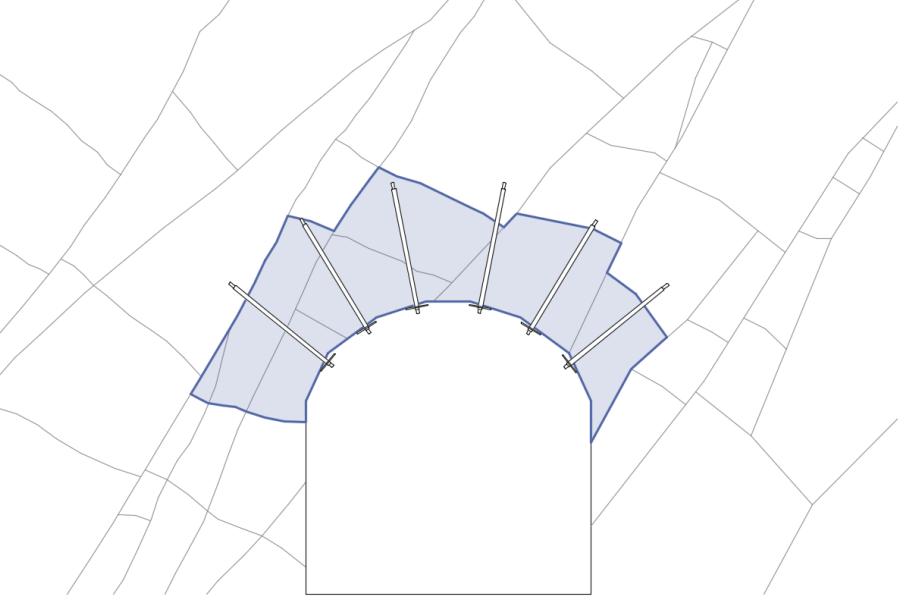
Схема работы элемента крепи	Схема работы конструкции крепи
 <p>Из-за неровных поверхностей поперечных трещин скольжение породных блоков возможно только после их смещения в перпендикулярном направлении к поперечным трещинам.</p> <p>Анкер создает нагрузку <math>N</math>, ограничивающую это смещение.</p> <p>Смежные блоки, смещение которых также ограничено анкерами, создают нагрузку <math>P</math> во много раз превышающую <math>N</math>.</p> <p>Таким образом, анкеры способствуют созданию только сил трения между неровными поверхностями трещин, а в целом массив удерживается в равновесном состоянии из-за взаимного расклинивания блоков пород.</p>	 <p>Рекомендуемые типы крепи: СПА, ЖБШ с полным заполнением шпура или ФА.</p>

Таблица 3.2 – Схема крепления выработки во «2» классе устойчивости (породный массив)

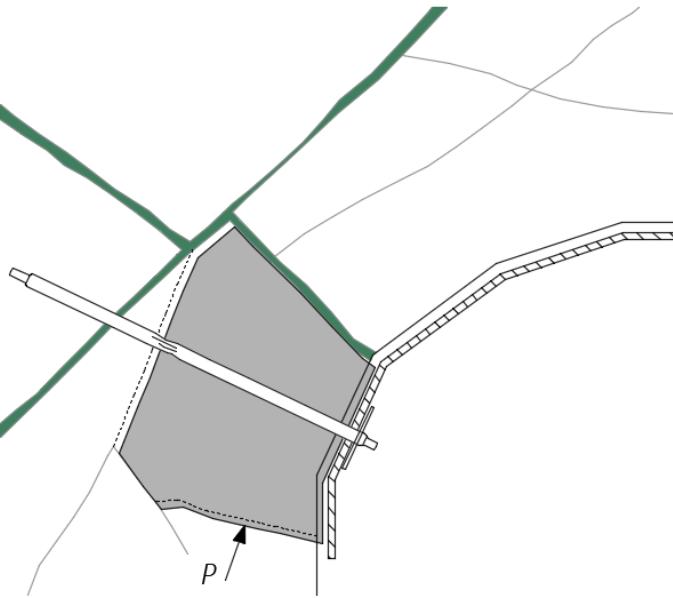
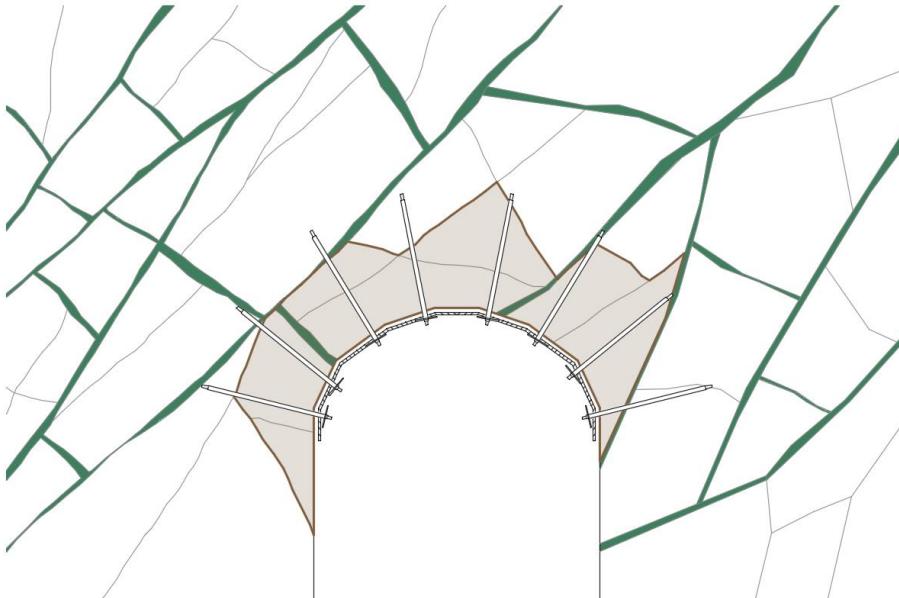
Схема работы элемента крепи	Схема работы конструкции крепи
 <p>В отличие от «1» геологического класса устойчивости, трение между поверхностями породных блоков практически отсутствует. Анкеры работают преимущественно на растяжение. Металлическая сетка или армокаркасы удерживает отделившиеся мелкие фрагменты пород и создает на контур горной выработки небольшую опорную нагрузку.</p>	 <p>Рекомендуемые типы крепи: СПА, ЖБШ с полным заполнением шпура и металлической сеткой или ФА с армокаркасами. Для горно-капитальных выработок дополнительно набрызгбетон (торкретбетон).</p>

Таблица 3.3 – Схема крепления выработки в «3» классе устойчивости (породный массив)

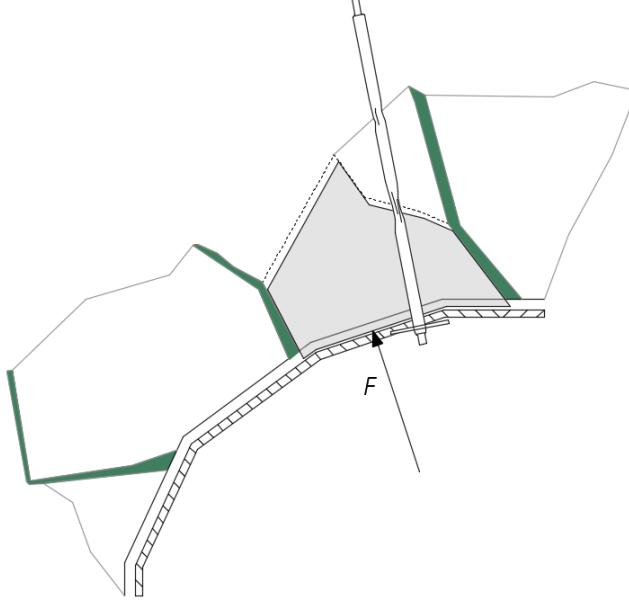
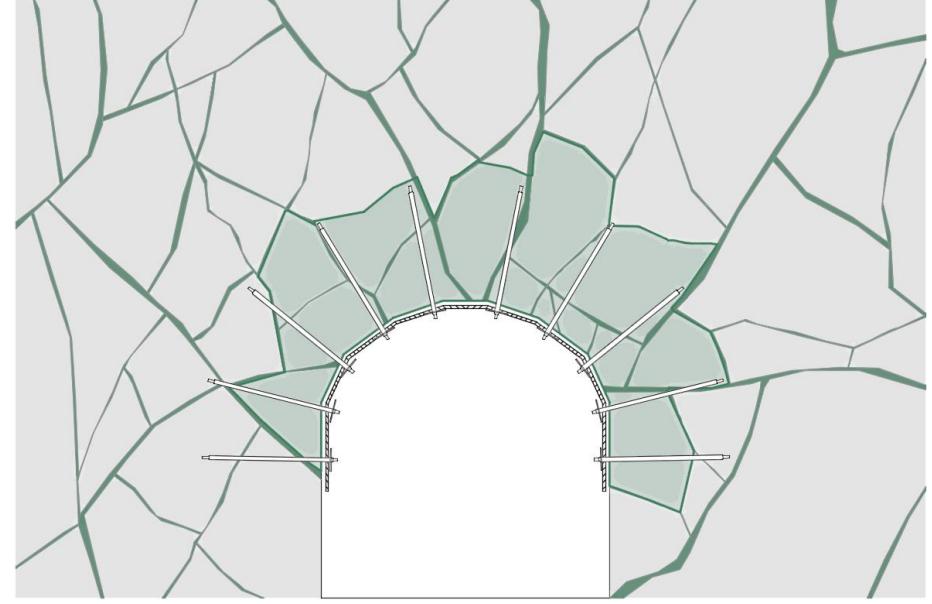
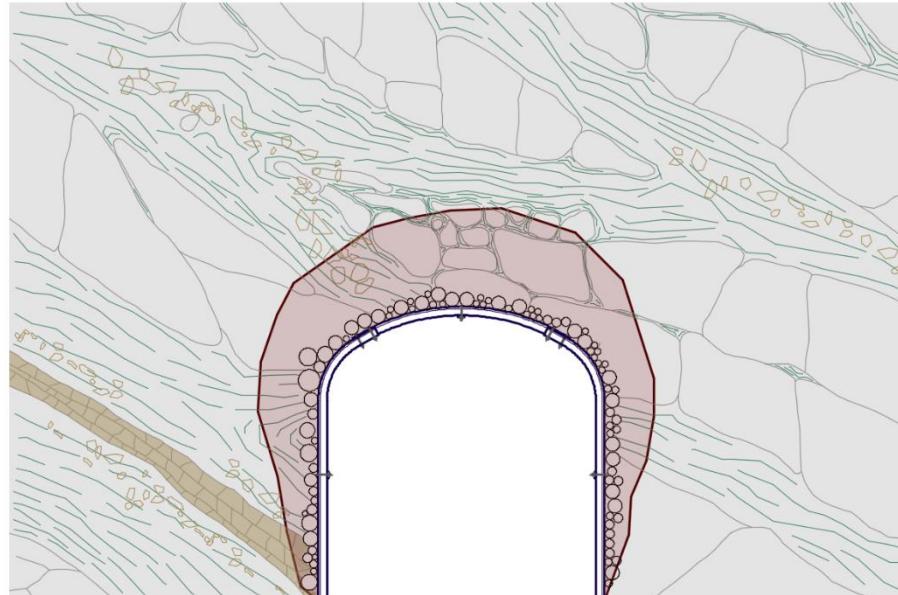
Схема работы элемента крепи	Схема работы конструкции крепи
 <p>В отличие от «2» геологического класса устойчивости, породные блоки менее прочные и склонны к раздавливанию.</p> <p>В данных условиях сетка анкерования гуще, чем в «1» и «2» классах, а также возникает необходимость крепления боков выработки.</p>	 <p>Рекомендуемые типы крепи: СПА, ЖБШ с полным заполнением шпуря и металлической сеткой или ФА с армокаркасами.</p> <p>Для горно-капитальных выработок дополнительно набрызгбетон (торкретбетон).</p> <p>В случае интенсивного сейсмического воздействия от ведения взрывных работ, близкого расположения горных выработок (ниш выпускных воронок) и вторичного дробления негабарита для крепления горного массива «3» класса устойчивости, требуется дополнительная установка монолитной бетонной крепи.</p>

Таблица 3.4 – Схема крепления выработки в «4» и «5» классах устойчивости (породный и рудный массив).

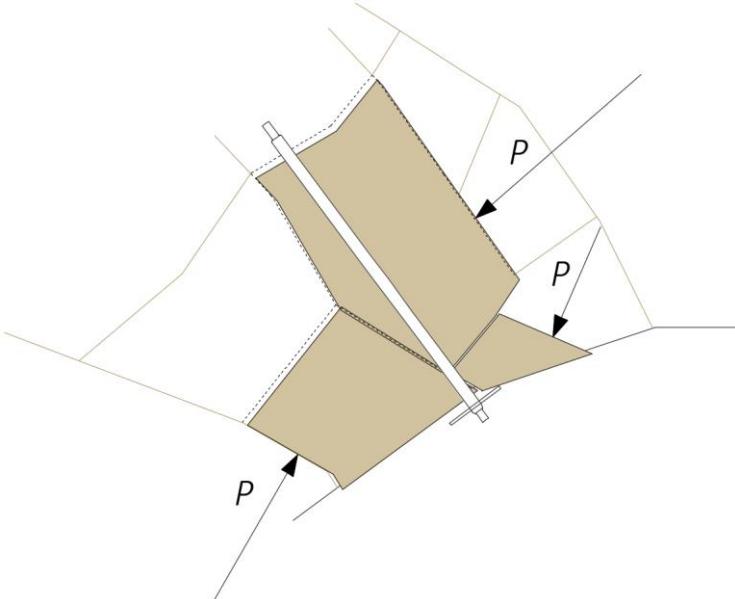
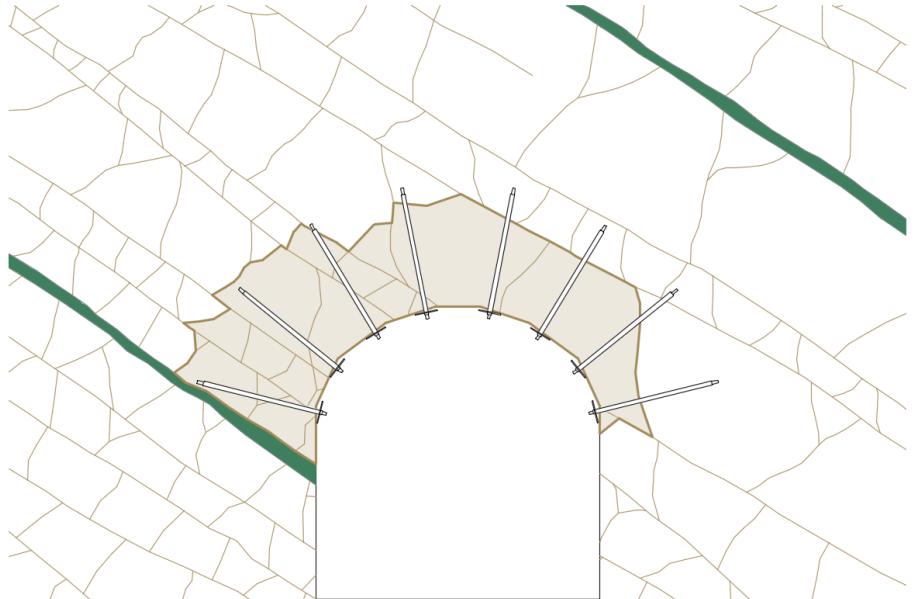
Схема работы конструкции крепи


Обеспечить устойчивость горной выработки, проводимой в массиве с чередованием вязких, мягких пород с маломощными рудными прослойями, возможно с использованием металлической или комбинированной рамной крепи.

Применение таких типов крепи допускает разуплотнение массива только вблизи контура горной выработки, а окружающий массив удерживается в равновесии за счет образования свода в виде арки.

В случае интенсивного сейсмического воздействия от ведения взрывных работ, близкого расположения горных выработок (ниш выпускных воронок) и вторичного дробления негабарита для крепления горного массива «4» и «5» классов устойчивости, потребуется дополнительная установка монолитной бетонной крепи.

Таблица 3.5 – Схема крепления выработки в «б» классе устойчивости (рудный массив)

Схема работы элемента крепи	Схема работы конструкции крепи
 <p>Принцип работы крепи аналогичен «1» классу устойчивости. Анкеры способствуют созданию сил трения между неровными поверхностями трещин, а в целом массив удерживается в равновесном состоянии из-за взаимного расклинивания блоков пород.</p>	 <p>Рекомендуемые типы крепи: СПА, ЖБШ с полным заполнением шпуря или ФА.</p>

### **3.2 Параметры крепления горной выработки**

Выбор типа и параметров крепи для выделенных классов устойчивости горного массива для горизонтальных и наклонных выработок проектных сечений и их сопряжений производится:

- горно-капитальных, подготовительных (кроме выработок выпуска рудной массы) и разведочных выработок – по таблице 3.6;
- выработок выпуска рудной массы – по таблице 3.7;
- нарезных выработок (буровые выработки, отрезная панель) – по таблице 3.8;
- восстающих выработок – по таблице 3.9;
- камерных выработок – по таблице 3.10.

Выбор варианта крепления выработки в рамках одного класса определяется начальником участка с учетом имеющихся в наличии крепежных материалов и оборудования.

Применяемые типоразмеры анкерной крепи: 1,4 м (восстающие выработки), 1,6 м (протяженные выработки); 1,8 м (сопряжения выработок).

Применяемый типоразмер профиля рамной податливой крепи: СВП17, СВП22/СВГП18.

Расчет параметров крепи выполнен с применением методик, отражающих фактические горно-геологические условия Октябрьского месторождения и накопленный опыт крепления за предыдущий период эксплуатации рудника; полученные результаты расчетов (ПРИЛОЖЕНИЕ А) приняты для разработки типовых паспортов крепления в «Альбоме...» с учетом технических параметров применяемого оборудования и принятых технологических схем возведения крепи.

При возведении крепи выполнять следующие условия и правила:

а) в качестве анкерной крепи применять: СПА, ЖБШ или ФА. Использование ФА рекомендуется в подготовительных выработках со сроком эксплуатации менее срока службы крепи ( $5 \div 10$  лет);

б) направление, расположение и глубина шпурков должны соответствовать паспорту крепления, при этом допустимы несистемные отклонения (единичные анкеры в ряду):

- по углу наклона:  $\pm 10^\circ$ ;
- по глубине:  $\pm 10$  см;
- по сетке анкерования:  $\pm 15\%$  при сохранении общего количества анкеров на один погонный метр выработки;

в) установку анкеров выполнять вкrest плоскости группы трещин, оказывающей наибольшее влияние на устойчивость выработки. При наличии разноориентированной системы трещин или невозможности выделения влияющей группы, анкеры устанавливать перпендикулярно закрепляемой поверхности;

г) при проходке выработки вероятно превышение проектного сечения, которое определяется структурой горного массива и его свойствами, характеризующими размер деформаций на отдельных участках в момент проходки выработки и до достижения равновесного состояния. Фактический контур горной выработки всегда будет иметь неровные очертания в пределах некоторой пиковой высоты  $a$ , под которой понимается максимальное отклонение контура выработки относительно среднего уровня поверхности (Рисунок 3.1). Дополнительное превышение сечения формируется при оборке заколов.

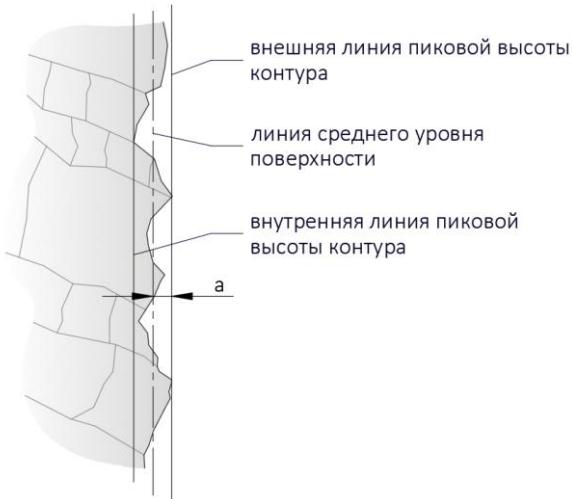


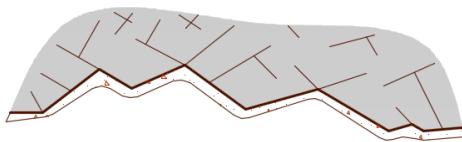
Рисунок 3.1 – Определение пиковой высоты контура выработки

Исходя из этого фактора установку различных элементов крепи выполнять:

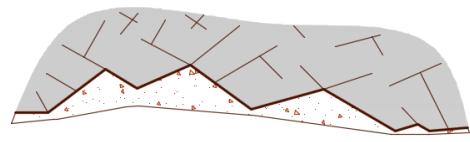
- опорная шайба анкерной крепи при установке прижимается к выступающим частям контура; при этом следует стремиться прижать шайбу по всей площади. При применении шайб с полусферической выштамповкой, их установку производить таким образом, чтобы полусфера была направлена в выработку;

- сетка (армокаркасы) при установке прижимаются к наиболее выступающим частям контура выработки, создавая опорную нагрузку, при этом за частью сетки (армокаркаса) может сохраняться пространство, примерно равное величине пиковой высоты контура;

- технология торкретирования определяется обеспечением снижения пиковой высоты контура, то есть сглаживанием неровностей обнажения: наибольшая толщина слоя на углублениях, меньшая – на выступах (Рисунок 3.2). Только такая схема нанесения набрызгбетона обеспечивает несущую способность крепи. При этом, если при торкретировании соблюдена технология работ, то толщина крепи всегда будет различна в каждой из точек на контуре выработки.



*нарушение технологии торкретирования*



*соблюдение технологии торкретирования*

Рисунок 3.2 – Принципиальная схема работы набрызгбетонной крепи

- при торкретировании выполняется укрытие сетки (армокаркаса) по критерию полного покрытия арматуры армокаркаса или проволоки сетки без их замоноличивания: контур и очертание затяжки визуально могут быть различимы.

Критерием достаточного укрытия является (Рисунок 3.3):

- отсутствие непокрытых набрызгбетоном участков затяжки, оголовка анкера и опорной плиты;
- сцепление всей площади затяжки с контуром горной выработки (допустимо отсутствие контакта консольных прутков армокаркасов при обеспечении паспортной толщины набрызгбетона).

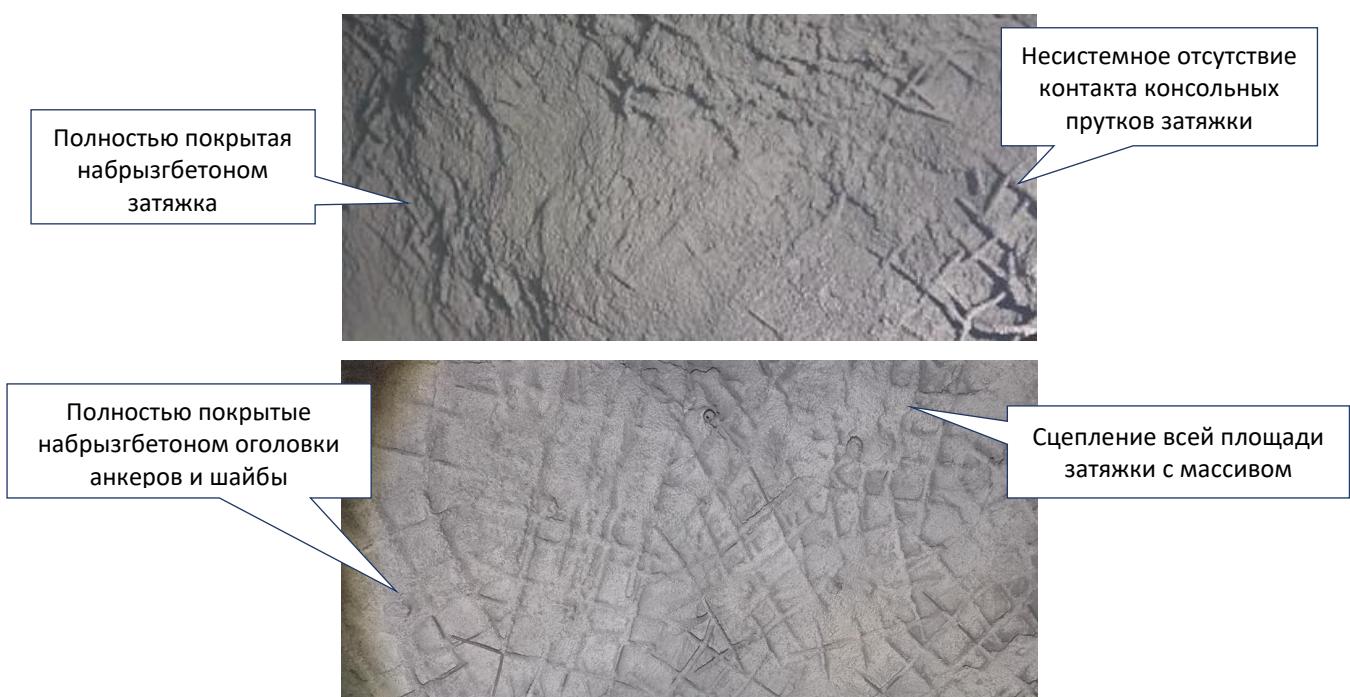


Рисунок 3.3 – Характерный пример набрызгбетонной крепи с укрытием затяжки

Таблица 3.6 – Карта выбора крепи горно-капитальных и подготовительных выработок и их сопряжений

Класс устойчивости массива	Тип крепи	Горные выработки			Сопряжения горных выработок		
		Параметры крепи	Допустимое отставание от забоя	Допустимое время обнажения	Параметры крепи	Допустимое отставание от забоя	Допустимое время обнажения
«1» (породный массив)	АК: анкерная	<u>Временная:</u> --- <u>Постоянная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ, ФА по кровле $b = 0,8 \times 0,8 \text{ м}, l \geq 1,6 \text{ м}$	---	---	<u>Временная:</u> --- <u>Постоянная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ, ФА по кровле $b = 0,8 \times 0,8 \text{ м}, l \geq 1,8 \text{ м}$	не более длины уходки	--- до 10 суток
«2» (породный массив)	АКК/УКК: анкерная + сетка (+ набрызгбетон)	<u>Временная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ, ФА по кровле $b = 0,8 \times 0,8 \text{ м}, l \geq 1,6 \text{ м}$ <u>Постоянная:</u> Сетка по анкерам кровли $h \leq 100 \times 100 \text{ мм}, d = 4 \div 6 \text{ мм}$ Набрызгбетон (торкретбетон) по кровле и бокам ( <i>горно-капитальные выработки</i> ) $t \geq 4 \text{ см с укрытием затяжки}$	не более длины уходки	до 2 суток	<u>Временная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ, ФА по кровле $b = 0,8 \times 0,8 \text{ м}, l \geq 1,8 \text{ м}$ <u>Постоянная:</u> Сетка по анкерам кровли $h \leq 100 \times 100 \text{ мм}, d = 4 \div 6 \text{ мм}$ Набрызгбетон (торкретбетон) по кровле и бокам ( <i>горно-капитальные выработки</i> ) $t \geq 5 \text{ см с укрытием затяжки}$	не более длины уходки	до 2 суток до 7 суток до 14 суток
	АКК/УКК: анкерная + армокаркас (+ набрызгбетон)	<u>Временная:</u> Анкеры ФА по кровле $b = 0,8 \times 0,8 \text{ м}, l \geq 1,6 \text{ м}$  <u>Постоянная:</u> Армокаркасы по анкерам кровли $d = 10 \div 12 \text{ мм}$ <u>Постоянная:</u> Набрызгбетон (торкретбетон) по кровле и бокам ( <i>горно-капитальные выработки</i> ) $t \geq 4 \text{ см с укрытием затяжки}$	не более длины уходки совместно с анкерами	до 2 суток ---	<u>Временная:</u> Анкеры ФА по кровле $b = 0,8 \times 0,8 \text{ м}, l \geq 1,8 \text{ м}$  <u>Постоянная:</u> Армокаркасы по анкерам кровли $d = 10 \div 12 \text{ мм}$ <u>Постоянная:</u> Набрызгбетон (торкретбетон) по кровле и бокам ( <i>горно-капитальные выработки</i> ) $t \geq 5 \text{ см с укрытием затяжки}$	не более длины уходки совместно с анкерами после проходки сопряжения	до 2 суток --- до 14 суток

Продолжение таблицы 3.6

Класс устойчивости массива	Тип крепи	Горные выработки			Сопряжения горных выработок		
		Параметры крепи	Допустимое отставание от забоя	Допустимое время обнажения	Параметры крепи	Допустимое отставание от забоя	Допустимое время обнажения
«3» (породный массив)	АКК/УКК: анкерная + сетка (+ набрызгбетон)	<u>Временная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ, ФА по кровле и бокам $b = 0,7 \times 0,7 \text{ м}, l \geq 1,6 \text{ м}$ <u>Постоянная:</u> Сетка по анкерам кровли и боков $h \leq 100 \times 100 \text{ мм}, d = 4 \div 6 \text{ мм}$ Набрызгбетон (торкретбетон) по кровле и бокам ( <i>горно-капитальные выработки</i> ) $t \geq 4 \text{ см с укрытием затяжки}$	не более шага анкерования	до 1 суток	<u>Временная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ, ФА по кровле и бокам $b = 0,7 \times 0,7 \text{ м}, l \geq 1,8 \text{ м}$ <u>Постоянная:</u> Сетка по анкерам кровли и боков $h \leq 100 \times 100 \text{ мм}, d = 4 \div 6 \text{ мм}$ Набрызгбетон (торкретбетон) по кровле и бокам ( <i>горно-капитальные выработки</i> ) $t \geq 5 \text{ см с укрытием затяжки}$	не более шага анкерования	до 1 суток
	АКК/УКК: анкерная + армокаркас (+ набрызгбетон)	<u>Временная:</u> Анкеры ФА по кровле и бокам $b = 0,7 \times 0,7 \text{ м}, l \geq 1,6 \text{ м}$ Армокаркасы по анкерам кровли и боков $d = 10 \div 12 \text{ мм}$ <u>Постоянная:</u> Набрызгбетон (торкретбетон) по кровле и бокам ( <i>горно-капитальные выработки</i> ) $t \geq 4 \text{ см с укрытием затяжки}$	не более шага анкерования совместно с анкерами	до 1 суток ---	<u>Временная:</u> Анкеры ФА по кровле и бокам $b = 0,7 \times 0,7 \text{ м}, l \geq 1,8 \text{ м}$ Армокаркасы по анкерам кровли и боков $d = 10 \div 12 \text{ мм}$ <u>Постоянная:</u> Набрызгбетон (торкретбетон) по кровле и бокам ( <i>горно-капитальные выработки</i> ) $t \geq 5 \text{ см с укрытием затяжки}$	не более шага анкерования совместно с анкерами после проходки сопряжения	до 1 суток --- до 10 суток

Продолжение таблицы 3.6

Класс устойчивости массива	Тип крепи	Горные выработки			Сопряжения горных выработок		
		Параметры крепи	Допустимое отставание от забоя	Допустимое время обнажения	Параметры крепи	Допустимое отставание от забоя	Допустимое время обнажения
«4» (породный массив)	<u>KMII:</u> металлическая податливая крепь	<u>Временная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ по кровле и бокам $b = 0,7 \times 0,7 \text{ м}, l \geq 1,6 \text{ м}$ Сетка по анкерам кровли и боков $h \leq 100 \times 100 \text{ мм}, d = 4 \div 6 \text{ мм}$ <u>Постоянная:</u> Металлическая рамная из СВП17, СВП22/СВГП18 $b = 1,00 \text{ м};$ Затяжка: деревянная (кругляк, обапол, доска) или арматурная сетка по кровле и бокам с забутовкой	не более шага анкерования  до 3 м  до 5 м	до 1 суток  до 2 суток  до 5 суток	<u>Временная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ по кровле и бокам $b = 0,7 \times 0,7 \text{ м}, l \geq 1,8 \text{ м}$ Сетка по анкерам кровли и боков $h \leq 100 \times 100 \text{ мм}, d = 4 \div 6 \text{ мм}$ <u>Постоянная:</u> Металлическая рамная из СВП17, СВП22/СВГП18 - для сопрягаемых выработок $B \geq 3,3 \text{ м}: 0,75 \text{ м};$ - для сопрягаемых выработок $B < 3,3 \text{ м}: 1,00 \text{ м}$ Затяжка: деревянная (кругляк, обапол, доска) или арматурная сетка по кровле и бокам с забутовкой или Монолитная бетонная крепь (горно-капитальные выработки) $t \geq 20 \text{ см}$	не более шага анкерования  до 3 м  после проходки сопряжения	до 1 суток  до 2 суток  до 10 суток  после проходки сопряжения  до 20 суток

Продолжение таблицы 3.6

Класс устойчивости массива	Тип крепи	Горные выработки			Сопряжения горных выработок		
		Параметры крепи	Допустимое отставание от забоя	Допустимое время обнажения	Параметры крепи	Допустимое отставание от забоя	Допустимое время обнажения
«5» (рудный массив)	KMII: металлическая податливая крепь	<u>Временная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ, ФА по кровле и бокам $b = 0,7 \times 0,7 \text{ м}, l \geq 1,6 \text{ м}$ Сетка по анкерам кровли и боков $h \leq 100 \times 100 \text{ мм}, d = 4 \div 6 \text{ мм}$ или Армокаркасы по анкерам кровли и боков $d = 10 \div 12 \text{ мм}$ <u>Постоянная:</u> Металлическая рамная из СВП17, СВП22/СВГП18 - для выработок $B \geq 3,3 \text{ м}: 0,75 \text{ м};$ - для выработок $B < 3,3 \text{ м}: 1,00 \text{ м}$ Затяжка: деревянная (кругляк, обапол, доска) или арматурная сетка по кровле и бокам с забутовкой	не более шага анкерования  совместно с анкерами  совместно с анкерами  до 5 м	до 1 суток  ---  ---  до 5 суток	<u>Временная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ, ФА по кровле и бокам $b = 0,7 \times 0,7 \text{ м}, l \geq 1,8 \text{ м}$ Сетка по анкерам кровли и боков $h \leq 100 \times 100 \text{ мм}, d = 4 \div 6 \text{ мм}$ или Армокаркасы по анкерам кровли и боков $d = 10 \div 12 \text{ мм}$ <u>Постоянная:</u> Металлическая рамная из СВП17, СВП22/СВГП18 - для сопрягаемых выработок $B \geq 3,3 \text{ м}: 0,75 \text{ м};$ - для сопрягаемых выработок $B < 3,3 \text{ м}: 1,00 \text{ м}$ Затяжка: деревянная (кругляк, обапол, доска) или арматурная сетка по кровле и бокам с забутовкой	не более шага анкерования  совместно с анкерами  совместно с анкерами  после проходки сопряжения	до 1 суток  ---  ---  до 10 суток

Продолжение таблицы 3.6

Класс устойчивости массива	Тип крепи	Горные выработки			Сопряжения горных выработок		
		Параметры крепи	Допустимое отставание от забоя	Допустимое время обнажения	Параметры крепи	Допустимое отставание от забоя	Допустимое время обнажения
«6» (рудный массив)	АК: анкерная	<u>Временная:</u> --- <u>Постоянная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ, ФА по кровле $b = 0,8 \times 0,8 \text{ м}, l \geq 1,6 \text{ м}$	---	---	<u>Временная:</u> --- <u>Постоянная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ, ФА по кровле $b = 0,8 \times 0,8 \text{ м}, l \geq 1,6 \text{ м}$	---	---

Примечания:

- Строительство сопряжений в массивах «4» и «5» классов устойчивости не рекомендуется;
- Типовые паспорта крепления для применяемых сечений горных выработок и их сопряжений приведены в «Альбоме...»;
- Крепление с расчетными параметрами, установленное с соблюдением технологии его возведения и отставания от забоя обеспечивает устойчивость горной выработки на весь срок ее службы;
- Отставание крепи от забоя определяется временем и расстоянием: при проходке всегда должны соблюдаться оба условия. Допустимое время обнажения – это время с момента создания незакрепленного обнажения массива (уходки забоя) до момента развития вблизи него критических деформаций без установленного крепления;
- Изменение параметров крепления в сторону ослабления несущей способности крепи (например, разряжение сетки анкерования и уменьшение длины анкеров) не допускается; в сторону усиления крепи: уменьшение сетки анкерования, увеличение длины анкеров, нанесение увеличенного слоя набрызгбетона (торкретбетона), уменьшение шага установки рам – по решению (указанию) технического руководителя объекта;
- Установку анкеров выполнять вкrest плоскости группы трещин, оказывающей наибольшее влияние на устойчивость выработки. При наличии разноориентированной системы трещин или невозможности выделения влияющей группы, анкеры устанавливать перпендикулярно закрепляемой поверхности;
- При креплении анкерной крепью боков выработки, нижний ряд анкеров устанавливать на расстоянии от почвы не более половины высоты борта;
- При остановке проходческих работ, выработка должна быть закреплена в течение срока, допустимого времени обнажения, а сама крепь подведена к забою.

$b$  – сетка установки анкеров (шаг крепления), м;

$l$  – длина анкера, м;

$h$  – размер ячеи стальной сетки, мм;

$d$  – диаметр проволоки металлической сетки (арматуры армокаркасов), мм;

$t$  – толщина набрызгбетона, мм

Таблица 3.7 – Карта выбора крепи выработки выпуска рудной массы

Класс устойчивости массива	Параметры крепи	Допустимое отставание от забоя	Допустимое время обнажения
«2» (породный массив)	<u>Временная:</u> --- <u>Постоянная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ по кровле $b = 0,8 \times 0,8 \text{ м}, l \geq 1,6 \text{ м}$	--- не более шага анкерования	--- до 2 суток
«3» (породный массив)	<u>Временная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ по кровле $b = 0,7 \times 0,7 \text{ м}, l \geq 1,6 \text{ м}$ Сетка по анкерам кровли $h \leq 100 \times 100 \text{ мм}, d = 4 \div 6 \text{ мм}$ <u>Постоянная:</u> Металлическая рамная из СВП17 с перекрытием лобовины дучки	не более шага анкерования до 5 м не ограничено	до 1 суток до 5 суток до начала отработки блока
	<u>Временная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ по кровле $b = 0,7 \times 0,7 \text{ м}, l \geq 1,6 \text{ м}$ Сетка по анкерам кровли $h \leq 100 \times 100 \text{ мм}, d = 4 \div 6 \text{ мм}$ <u>Постоянная:</u> Монолитная бетонная крепь $t \geq 20 \text{ см}$	не более шага анкерования до 5 м не ограничено	до 1 суток до 5 суток до начала отработки блока
«4» (породный массив); «5» (рудный массив)	<u>Временная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ по кровле $b = 0,7 \times 0,7 \text{ м}, l \geq 1,6 \text{ м}$ Сетка по анкерам кровли $h \leq 100 \times 100 \text{ мм}, d = 4 \div 6 \text{ мм}$ <u>Постоянная:</u> Металлическая рамная из СВП17 с перекрытием лобовины дучки	не более шага анкерования до 3 м не ограничено	до 1 суток до 2 суток до начала отработки блока
	<u>Временная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ по кровле $b = 0,7 \times 0,7 \text{ м}, l \geq 1,6 \text{ м}$ Сетка по анкерам кровли $h \leq 100 \times 100 \text{ мм}, d = 4 \div 6 \text{ мм}$ <u>Постоянная:</u> Монолитная бетонная крепь $t \geq 20 \text{ см}$	не более шага анкерования до 3 м не ограничено	до 1 суток до 2 суток до начала отработки блока
«6» (рудный массив)	<u>Временная:</u> --- <u>Постоянная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ по кровле $b = 0,7 \times 0,7 \text{ м}, l \geq 1,6 \text{ м}$	--- не более шага анкерования	--- до 2 суток

Примечания к таблице 3.7:

1. Монолитная бетонная крепь в выработке пунктов выпуска рудной массы (скреперная выработка), возводится до начала отработки блока с целью минимизировать воздействие от технологического фактора В (вторичное дробление негабаритов);
2. Отставание крепи от забоя определяется временем и расстоянием: при проходке всегда должны соблюдаться оба условия. Допустимое время обнажения – это время с момента создания незакрепленного обнажения массива (уходки забоя) до момента развития вблизи него критических деформаций без установленного крепления;
3. Изменение параметров крепления в сторону ослабления несущей способности крепи (например, разряжение сетки анкерования и уменьшение длины анкеров) не допускается; в сторону усиления крепи: уменьшение сетки анкерования, увеличение длины анкеров, уменьшение шага установки рам – по решению (указанию) технического руководителя объекта;
4. Установку анкеров выполнять вкрест плоскости группы трещин, оказывающей наибольшее влияние на устойчивость выработки. При наличии разноориентированной системы трещин или невозможности выделения влияющей группы, анкеры устанавливать перпендикулярно закрепляемой поверхности;
5. При остановке проходческих работ, выработка должна быть закреплена в течение срока, допустимого времени обнажения, а сама крепь подведена к забою.

*b – сетка установки анкеров (шаг крепления), м;*

*l – длина анкера, м;*

*h – размер ячей стальной сетки, мм;*

*d – диаметр проволоки металлической сетки, мм;*

*t – толщина бетона, см*

Таблица 3.8 – Карта выбора крепи нарезных выработок

Класс устойчивости массива	Параметры крепи	Допустимое отставание от забоя	Допустимое время обнажения
«2» (породный массив)	<u>Временная:</u> --- <u>Постоянная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ по кровле $b = 0,8 \times 0,8 \text{ м}, l \geq 1,6 \text{ м}$	--- не более длины уходки	--- до 2 суток
«3» (породный массив)	<u>Временная:</u> --- <u>Постоянная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ по кровле $b = 0,7 \times 0,7 \text{ м}, l \geq 1,6 \text{ м}$	--- не более шага анкерования	--- до 1 суток
«4» (породный массив); «5» (рудный массив)	<u>Временная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ по кровле $b = 0,7 \times 0,7 \text{ м}, l \geq 1,6 \text{ м}$ Сетка по анкерам кровли $h \leq 100 \times 100 \text{ мм}, d = 4 \div 6 \text{ мм}$ <u>Постоянная:</u> Металлическая рамная из СВП17 или рамная комбинированная крепь (деревянные стойки с металлическим верхняком СВП17) $b = 1,00 \text{ м};$ Затяжка: деревянная (кругляк, обапол, доска) по кровле с забутовкой	не более шага анкерования до 3 м до 10 м	до 1 суток до 2 суток до 7 суток
«6» (рудный массив)	<u>Временная:</u> --- <u>Постоянная:</u> Без крепления	---	---
<b>Примечания:</b>			
1. Отставание крепи от забоя определяется временем и расстоянием: при проходке всегда должны соблюдаться оба условия. Допустимое время обнажения – это время с момента создания незакрепленного обнажения массива (уходки забоя) до момента развития вблизи него критических деформаций без установленного крепления;			
2. Изменение параметров крепления в сторону ослабления несущей способности крепи (например, разряжение сетки анкерования и уменьшение длины анкеров) не допускается; в сторону усиления крепи: уменьшение сетки анкерования, увеличение длины анкеров, уменьшение шага установки рам – по решению (указанию) технического руководителя объекта;			
3. Установку анкеров выполнять вкрест плоскости группы трещин, оказывающей наибольшее влияние на устойчивость выработки. При наличии разноориентированной системы трещин или невозможности выделения влияющей группы, анкеры устанавливать перпендикулярно закрепляемой поверхности;			
4. При остановке проходческих работ, выработка должна быть закреплена в течение срока, допустимого времени обнажения, а сама крепь подведена к забою.			
$b$ – сетка установки анкеров (шаг крепления), м; $l$ – длина анкера, м; $h$ – размер ячей стальной сетки, мм; $d$ – диаметр проволоки металлической сетки, мм			

Таблица 3.9 – Карта выбора крепи восстающих выработок

Тип выработки	Способ проходки	Класс устойчивости массива	Вид крепи	Отставание крепи
Вентиляционный восстающий	с помощью проходческих полков с помощью КПВ	«1», «2», «3»	без крепления (предохранительный полок, ограждающая крепь или зонт полка КПВ)	---
Ходовой восстающий; Вентиляционно-ходовой восстающий	с помощью проходческих полков с помощью КПВ	«1»	без крепления (предохранительный полок, ограждающая крепь или зонт полка КПВ)	---
	с помощью проходческих полков с помощью КПВ	«2»	Анкеры СПА, ЖБШ $b = 0,9 \times 0,9 \text{ м}$ , $l \geq 1,4 \text{ м}$ Металлическая сетка ( $h \leq 100 \times 100 \text{ мм}$ , $d = 4 \div 6 \text{ мм}$ )	до 10 м (до 10 суток) после окончания проходки (до 20 суток)
	с помощью проходческих полков с помощью КПВ	«3»	Деревянная венцовая на стойках $b = 1,0 \text{ м}$ или всплошную	после окончания проходки (до 20 суток)
Рудоспуск	с помощью проходческих полков с помощью КПВ	«1», «2», «3», «6»	Анкеры СПА, ЖБШ $b = 0,8 \times 0,8 \text{ м}$ , $l \geq 1,4 \text{ м}$ Металлическая сетка ( $h \leq 100 \times 100 \text{ мм}$ , $d = 4 \div 6 \text{ мм}$ )	до 5 м (до 5 суток) после окончания проходки (до 20 суток)
Отрезной восстающий; Выпускная воронка	с помощью проходческих полков	«5», «6»	без крепления (предохранительный полок, ограждающая крепь)	---
	с помощью КПВ	«5», «6»	без крепления (зонт полка КПВ)	---
<b>Примечания:</b>				
1. Проходка вентиляционных, ходовых и вентиляционно-ходовых восстающих выработок в массивах «4» и «5» классов устойчивости не допускается; рудоспусков и отрезных восстающих – не рекомендуется;				
2. При остановке проходческих работ, выработка должна быть закреплена в течение срока, допустимого времени обнажения, а сама крепь подведена к забою.				
$b$ – сетка установки анкеров, м; $l$ – длина анкера, м; $d$ – диаметр проволоки металлической сетки, мм; $h$ – размер ячейи стальной сетки, мм.				

Таблица 3.10 – Карта выбора крепи камерных выработок

Класс устойчивости массива	Тип крепи	Параметры крепи	Допустимое отставание от забоя	Допустимое время обнажения
«1»	<u>АКК:</u> анкерная + набрызбетон	<u>Временная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ по кровле $b = 0,8 \times 0,8 \text{ м}, l \geq 1,8 \text{ м}$ <u>Постоянная:</u> Набрызбетон (торкретбетон) по кровле и бокам $t \geq 5 \text{ см}$	не более длины уходки	до 2 суток
«2»	<u>УКК:</u> анкерная + сетка + набрызбетон	<u>Временная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ по кровле и бокам $b = 0,8 \times 0,8 \text{ м}, l \geq 1,8 \text{ м}$ <u>Постоянная:</u> Сетка по анкерам кровли $h \leq 100 \times 100 \text{ мм}, d = 4 \div 6 \text{ мм}$ Набрызбетон (торкретбетон) по кровле и бокам $t \geq 5 \text{ см с укрытием затяжки}$	не более длины уходки до 5 м до 15	до 2 суток до 7 суток до 14 суток
«3»	<u>УКК:</u> анкерная + сетка + набрызбетон	<u>Временная:</u> Анкеры СПА, ЖБШ по кровле и бокам $b = 0,7 \times 0,7 \text{ м}, l \geq 1,8 \text{ м}$ <u>Постоянная:</u> Сетка по анкерам кровли и боков $h \leq 100 \times 100 \text{ мм}, d = 4 \div 6 \text{ мм}$ Набрызбетон (торкретбетон) по кровле и бокам $t \geq 5 \text{ см с укрытием затяжки}$	не более шага анкерования до 5 м до 10 м	до 1 суток до 5 суток до 7 суток

Примечания:

- Строительство камерных выработок в массиве «3» класса устойчивости не рекомендуется, в массиве «4» класса – не допускается;
- Установку анкеров выполнять вкрест плоскости группы трещин, оказывающей наибольшее влияние на устойчивость выработки. При наличии разноориентированной системы трещин или невозможности выделения влияющей группы, анкеры устанавливать перпендикулярно закрепляемой поверхности;
- При креплении анкерной крепью боков выработки, нижний ряд анкеров устанавливать на расстоянии от почвы не более половины высоты борта;
- При остановке проходческих работ, выработка должна быть закреплена в течение срока, допустимого времени обнажения, а сама крепь подведена к забою.

$b$  – сетка установки анкеров, м;

$l$  – длина анкера, м;

$d$  – диаметр проволоки металлической сетки, мм;

$h$  – размер ячеи стальной сетки, мм;

$t$  – толщина набрызгбетона, мм

### 3.3 Требования к крепежным материалам

#### 3.3.1 Анкерная крепь

##### 3.3.1.1 Сталеполимерная анкерная крепь

Работа сталеполимерной анкерной крепи (СПА) обеспечивается сцеплением закрепляющего полимерного (полиэфирного) состава с арматурой анкера и стенками шпура (Рисунок 3.4).

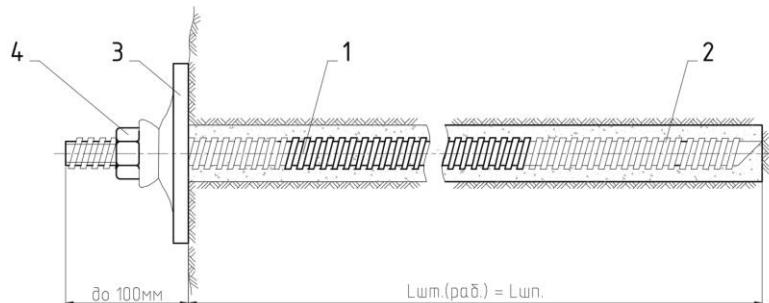


Рисунок 3.4 – Анкер сталеполимерный:

1 – арматурный стержень (штанга); 2 – полимерный состав;  
3 – шайба (опорная плита); 4 – гайка опорной плиты

Комплектность сталеполимерного анкера:

- штанга: арматурный прокат винтового профиля из стали с пределом прочности на разрыв – не менее 420 МПа, на срез – не менее 85 МПа; шаг винтовой резьбы – не более 6 мм с левосторонней навивкой; диаметр – не менее 18 мм. Передний край штанги должен иметь скос под углом 45° для разрушения ампул;

- шайба (опорная плита): пластина с полусферической выштамповкой в центральной части из стали Ст3сп и Ст5сп с пределом прочности на разрыв не менее 370 МПа, на изгиб – не менее 220 МПа; размер – не менее 150x150 мм; толщина – не менее 4 мм; диаметр отверстия – 1,20 ÷ 1,40 диаметра штанги;

- гайка сферическая шестигранная из стали Ст3сп и Ст5сп с пределом прочности на разрыв не менее 370 МПа, на изгиб – не менее 220 МПа.

Прочие требования принимать согласно ГОСТ 31559-2012 «Крепи анкерные. Общие технические условия».

Для закрепления анкера применяют ампулы с закрепляющим составом на основе термореактивных смол, минеральных наполнителей с технологическими добавками и отвердителя в заданном количестве, находящиеся в изолированном состоянии в разных камерах в единой двухсекционной ампуле. Количество ампул назначать из расчета полного заполнения шпура.

При установке ампул в вертикальных шпурах рекомендуется применять удерживающие устройства – «парашюты».

Тип применяемых ампул определяется условиями их установки:

а) по температуре применения:

- нормальное исполнение – от плюс 15 °С до плюс 35 °С;
- с пониженной температурой применения – от минус 5 °С до плюс 15 °С;
- с низкой температурой применения – от минус 25 °С до минус 5 °С;

б) временем желатинизации (общего времени с момента добавления к смоле инициатора до момента, когда вязкость смеси достигнет значения 50 Па·с) (Таблица 3.11):

- «сверхмедленная» ампула с максимальным временем более 30 с;
- «стандартная медленная» ампула с максимальным временем 25 ÷ 30 с;
- «средняя замедленная» ампула с максимальным временем 20 ÷ 25 с;
- «средняя стандартная» ампула с максимальным временем 15 ÷ 20 с;
- «средняя предускоренная» ампула с максимальным временем 12 ÷ 15 с;
- «ускоренная стандартная» ампула с максимальным временем 8 ÷ 12 с;
- «сверхускоренная» ампула с максимальным временем менее 8 с;

в) характеристикой полимерной пленки камер в зависимости от способа ее установки в шпур:

- вручную;
- механизированным способом.

Таблица 3.11 – Техническая характеристика полимерных ампул

Наименование показателя	Значение показателя ампул						
	Сверхускоренная	Стандартная ускоренная	Средняя предускоренная	Средняя стандартная	Средняя замедленная	Медленная стандартная	Сверхмедленная
Время перемешивания (не менее), с	10						
Время желатинизации при 20 °С, с	менее 8	8÷12	12÷15	15÷20	20÷25	25÷30	Более 30
Время полного отверждения при 20 °С, с	менее 28	28÷50	40÷70	50÷110	100÷140	140÷190	Более 190

Прочие требования принимать согласно ПНСТ 1004-2025 «Оборудование горно-шахтное. Крепь анкерная. Способ закрепления быстротвердеющими составами. Общие технические требования и методы испытаний».

Установка СПА включает в себя: бурение шпуров на величину активной длины анкера; подготовку полимерных ампул и их установку в шпур; досылку ампул; установку

арматурного стержня с последующей установкой шайбы с затяжкой гайкой до плотного прижатия к массиву (Рисунок 3.5).

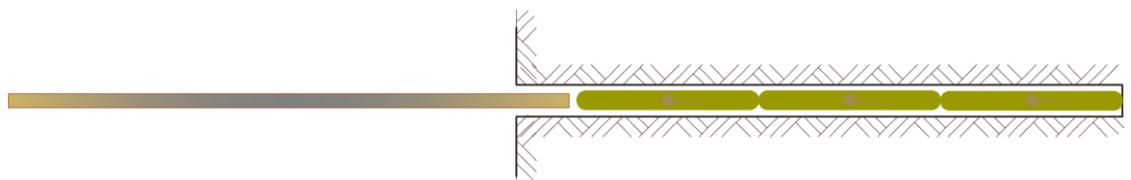
- Подготовка ампул к применению (температура содержимого ампул должна быть в пределах температуры массива):



- Установка ампул в устье шпера (вручную или пневмодосылкой анкероустановщика):



- Досылка ампул к забою шпера досылателем (при ручной установке) не допуская разрыва оболочек:

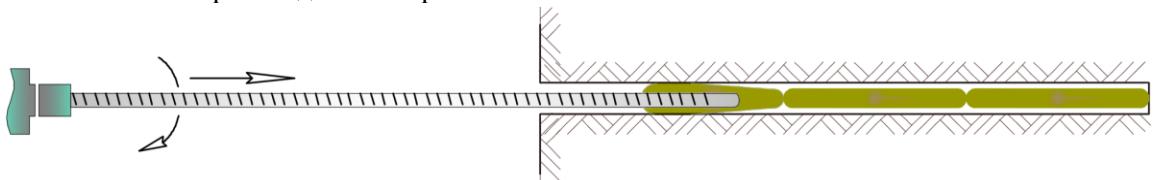


- Установка анкера:

4.1 Подача штанги с обязательным вращением со скоростью  $450 \div 500$  об./мин до забоя шпера в течение около пяти секунд;

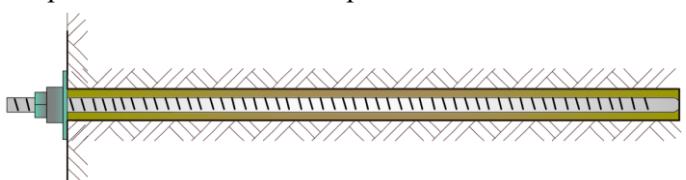
4.2 Перемешивание состава в течение не менее 10 с, но не более времени желатинизации ампулы, указанного на упаковке;

4.3 Остановка перфоратора, удержание штанги до полного отверждения состава в течение установленного производителем времени:



При температуре ампулы и окружающего воздуха ниже плюс 20 °С время перемешивания и удержания анкера в шпуре увеличивается; при температуре ампулы и окружающего воздуха выше плюс 20 °С – уменьшается. Время перемешивания состава ампулы и время удержания определяется опытным путем;

- Установка опорной плиты (шайбы) на анкер с затяжкой гайки анкера до отказа:



- Через 3  $\div$  4 суток выполняется протяжка гайки анкера

Рисунок 3.5 – Общая технологическая схема установки СПА

Установка крепи выполняется вручную с применением средств малой механизации: телескопических пневматических перфораторов, пневмосверел или механизированным способом с использованием анкероустановщика.

Диаметр шпура для установки СПА: 28 мм; диаметр ампул: 23  $\div$  25 мм; диаметр штанги: 20 мм.

Несущая способность анкера: 100 кН сразу после установки.

### 3.3.1.2 Фрикционная анкерная крепь

Работа фрикционной анкерной крепи (ФА) обеспечивается фиксацией стержня в шпуре за счет упругих свойств металла в результате сил трения, которое создается вследствие разницы диаметров «шпур / анкер» (Рисунок 3.6).

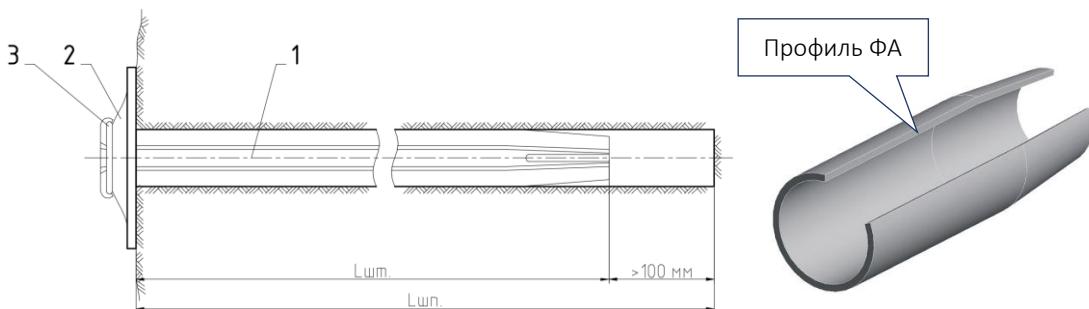


Рисунок 3.6 – Анкер фрикционный:

1 – трубчатый стержень (штанга); 2 – шайба (опорная плита); 3 – упорное кольцо

Комплектность фрикционного анкера:

- штанга: металлический С- или W-образный профиль из стали с временным сопротивлением – не менее 410 МПа; толщина профиля – не менее 3,0 мм; диаметр – 33  $\div$  48 мм. На задний край штанги сваркой устанавливается упорное кольцо для прижатия шайбы;

- шайба (опорная плита): пластина с полусферической выштамповкой в центральной части из стали не ниже Ст3сп и Ст5сп с пределом прочности на разрыв – не менее 370 МПа, на изгиб – не менее 220 МПа; размер – не менее 150x150 мм; толщина – не менее 4 мм; диаметр отверстия – 1,15 диаметра штанги;

Прочие требования принимать согласно ГОСТ 31559-2012 «Крепи анкерные. Общие технические условия».

ФА применять с антикоррозионным покрытием штанги:

а) лакокрасочные покрытия на эпоксидном или полиуретановом пленкообразующем (общая толщина  $\geq$ 200 мкм);

б) газотермические цинковые покрытия (120  $\div$  160 мкм) с перекрытием лакокрасочными покрытиями на эпоксидном или полиуретановом пленкообразующем (общая толщина  $\geq$ 200 мкм);

в) облицовка химически стойкими неметаллическими материалами ( $\geq$ 200 мкм);

г) газотермические алюминиевые покрытия ( $\geq 160$  мкм) с перекрытием лакокрасочными покрытиями на эпоксидном или полиуретановом пленкообразующем (общая толщина  $\geq 200$  мкм).

Установка ФА включает в себя: бурение шпуров на величину, больше на  $10 \div 15$  см активной длины анкера; забивку в них анкеров с комплектной шайбой до плотного прижатия шайбы к массиву. Для передачи ударной нагрузки анкероустановщика на штангу, применяется специальный переходник (пуансон).

Диаметр анкера должен соответствовать диаметру шпуря исходя из необходимой силы закрепления (Таблица 3.12).

Таблица 3.12 – Типоразмеры применяемых фрикционных анкеров

Диаметр буровой коронки (шпуря), мм	Внешний (исходный) диаметр анкера, мм
30	33
35	39
38	42
41	44
43	46, 48

Установка крепи выполняется механизированным способом с применением анкероустановщика.

Несущая способность анкера: 50 кН сразу после установки.

### 3.3.1.3 Железобетонная анкерная крепь

Работа железобетонной анкерной крепи (ЖБШ) обеспечивается сцеплением закрепляющего цементно-песчаного состава со штангой и стенками шпуря (Рисунок 3.7).

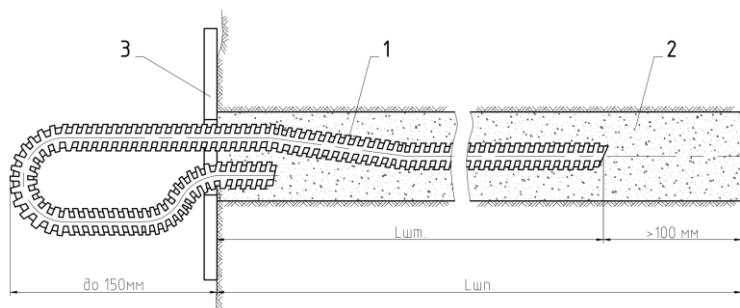


Рисунок 3.7 – Анкер железобетонный:

1 – арматурный стержень (штанга); 2 – цементно-песчаный раствор; 3 – шайба (опорная плита)

Допускаются к применению различные конструкции штанг:

- периодического профиля с петлевым оголовком;
- полностью винтового профиля с шагом резьбы не более 6 мм;
- периодического профиля с предварительно высаженным под метрическую резьбу хвостовиком (длиной  $15 \div 20$  см) для установки шайбы с гайкой.

Комплектность железобетонного анкера:

- штанга: арматурный прокат периодического или винтового профиля из стали с пределом прочности на разрыв – не менее 420 МПа, на срез – не менее 85 МПа; шаг винтовой резьбы – не более 6 мм; диаметр – не менее 16 мм;

- шайба (опорная плита): пластина плоской (при петлевом варианте оголовка) или с полусферической выштамповкой в центральной части из стали Ст3сп и Ст5сп с пределом прочности на разрыв – не менее 370 МПа, на изгиб – не менее 220 МПа; размер – не менее 150x150 мм; толщина – не менее 4 мм; диаметр отверстия –  $1,20 \div 1,40$  диаметра штанги;

- гайка сферическая или обычная шестигранная из стали не ниже Ст3сп и Ст5сп с пределом прочности на разрыв – не менее 370 МПа, на изгиб – не менее 220 МПа.

Прочие требования принимать согласно ГОСТ 31559-2012 «Крепи анкерные. Общие технические условия».

Для закрепления анкера применяют цементно-песчаный раствор на основе цементов типов ЦЕМ I, ЦЕМ II/A-Ш, ЦЕМ II/A-И, ЦЕМ II/B-Ш, ЦЕМ III/A по ГОСТ 31108-2020 класса 42,5 и песка со следующим расходом: Ц : П = от 1 : 1 до 1 : 2; В / Ц =  $0,40 \pm 0,05$ .

Консистенция раствора должна обеспечивать возможность транспортирования его по шлангу и исключать вытекание раствора из шпура.

В качестве заполнителя следует использовать природные и речные пески, песок из отсева дробления скальных пород с модулем крупности  $M^k$  до 2,0 (группа песка – мелкий, класс песка I или II), отвечающие требованиям ГОСТ 8736-2014 и ГОСТ 31424-2010.

Допускаются к применению готовые сухие смеси заводского изготовления.

Установка ЖБШ включает в себя: бурение шпуров на величину, больше на  $10 \div 15$  см активной длины анкера; приготовление закрепляющего раствора в растворосмесителе; подачу раствора в шпур пневмонагнетателем из расчета полного заполнения шпура; установку штанги. Установка шайбы с расклинкой или затяжкой гайкой до плотного прижатия к массиву выполнять через сутки.

Диаметр шпура для установки ЖБШ:  $28 \div 43$  мм.

Установка крепи выполняется ручным методом без применения средств крупной механизации.

Несущая способность анкера: не менее 60 кН и не менее 80 кН через 24 и 48 часов после установки соответственно.

В качестве анкерной крепи допустимы к применению также гидрораспорная, сталеминеральная и самозабуривающаяся.

### **3.3.1.4 Опорные элементы и подхваты анкерной крепи, материалы для затяжки обнажения**

В качестве опорных элементов анкерной крепи для передачи нагрузки от анкера на окружающий массив, использовать шайбы (опорные плиты) квадратной формы с полусферической выштамповкой в центральной части; при применении анкера ЖБШ с петлевым оголовком может применяться плоская шайба с прорезью (Рисунок 3.8).

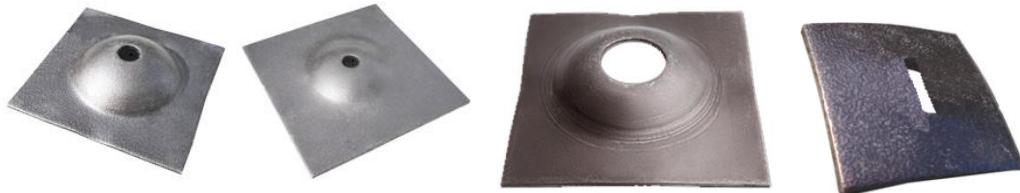


Рисунок 3.8 – Шайба анкерной крепи

Типоразмерами опорной плиты в выделенных классах устойчивости приняты 150x150 мм и 200x200 мм, толщина – не менее 4 мм. Сталь шайбы: Ст3сп или Ст5сп с пределом прочности на разрыв – не менее 370 МПа, на изгиб – не менее 220 МПа. Диаметр отверстия – 1,20 ÷ 1,40 диаметра штанги при применении СПА или ЖБШ; 1,15 диаметра штанги при применении ФА.

Для затяжки обнажения применяют стальные сетки и армокаркасы. Главная задача затяжки – предотвращение отслоений и вывалов кусков породы в выработку за счет создания опорной нагрузки. Сетки дополнительно связывают все анкеры в единую систему и равномерно распределяют на них нагрузку от массива; армокаркасы препятствуют отслоениям породы только на ограниченном участке возле анкера. Армокаркас по своей конструкции является сборной из предварительно деформированных прутков арматуры, сеткой малого размера, закрепляемой только на одном анкере.

В качестве затяжки (Рисунок 3.9) в выделенных классах устойчивости использовать:

- сетки металлические проволочные (рулонные или плоские) по ГОСТ 2715-75, ГОСТ 5336-80, ГОСТ Р 71261-2024, ГОСТ 23279-2012: плетеные или сварные с ячейй до 100 x 100 мм и с диаметром проволоки 4 ÷ 6 мм. Такие сетки могут применяться, изготовленные как из термически обработанной проволоки, что позволяет выполнить качественное прижатие ко всему контуру массива; так и из необработанной, более жесткой. Материал металлических сеток: проволока низкоуглеродистая для сеток (ТУ 14-4-1563-89); арматурная проволока класса Вр-I (ГОСТ 6727), арматура классов Вр500 и В500С (ГОСТ Р 52544);

- армокаркасы с диаметром прутков не менее 12 мм и ячейй не более 200 x 200 мм. Особенность применения армокаркасов определена ее конструкцией: по существу, каркас является комбинацией затяжки и опорного элемента анкера; перетяжка обнажения массива

выполняется отдельными конструкциями (анкер с армокаркасом) без связывания элементов крепления в единую конструкцию. Материал армокаркасов: холодно- или горячекатаная арматура классов А500С, В500С или аналогичных классов по механическим свойствам.

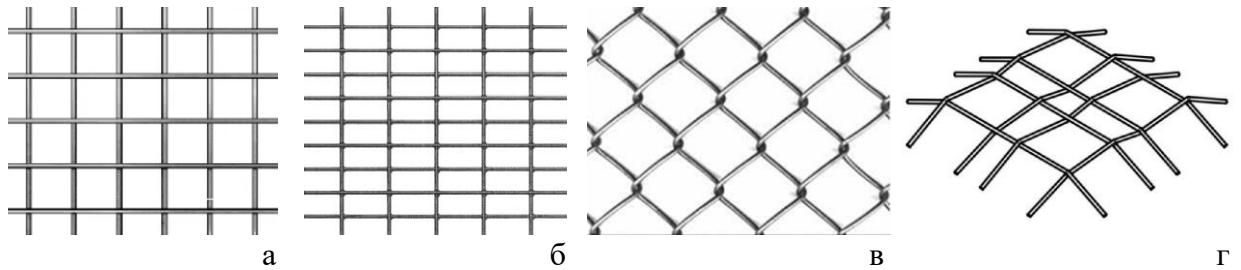


Рисунок 3.9 – Применяемые виды затяжки:

- а) сетка сварная с квадратными ячейками канатный подхват;
- б) сетка сварная с прямоугольными ячейками;
- в) сетка плетеная одинарная с квадратными ячейками из плоских спиралей;
- г) армокаркас

Навеску сетки для затяжки обнажения выполнять в соответствии с допустимым отставанием от забоя (п. 3.2, Таблица 3.6). Для фиксации сетки использовать следующие шайбы:

- второй комплект опорной плиты с гайкой (для анкеров СПА и ЖБШ с резьбой). Ограничением использования является возможное неплотное прижатие сетки из-за упора второй плиты в гайку, а также невозможность в некоторых случаях затяжки гайки из-за деформации резьбы;
- экспресс-шайбы, представляющие собой облегченные плиты специальной формы (для анкеров СПА и ЖБШ с резьбой). Гайка может быть отдельной, так и приваренной к шайбе. Ограничением использования также является невозможность в некоторых случаях затяжки гайки из-за деформации резьбы (Рисунок 3.11);
- шайбы специальной конструкции, представляющие собой единые опорные плиты увеличенного размера с конструктивной возможностью фиксации навешиваемой сетки арматурным прижимом и клином (для анкеров любых видов) (Рисунок 3.11).
- шайбы с возможностью их установкой на петлевой оголовок анкера ЖБШ и последующей ее фиксацией (Рисунок 3.12).

Допустимы к применению иные конструкции шайб, обеспечивающие достаточное прижатие сетки к массиву.

При навеске сетки обеспечивать взаимный перехлест соседних полотен не менее, чем на 100 мм.

Монтаж армокаркаса для затяжки обнажения выполнять одновременно с установкой анкерной крепи ФА (Рисунок 3.13).

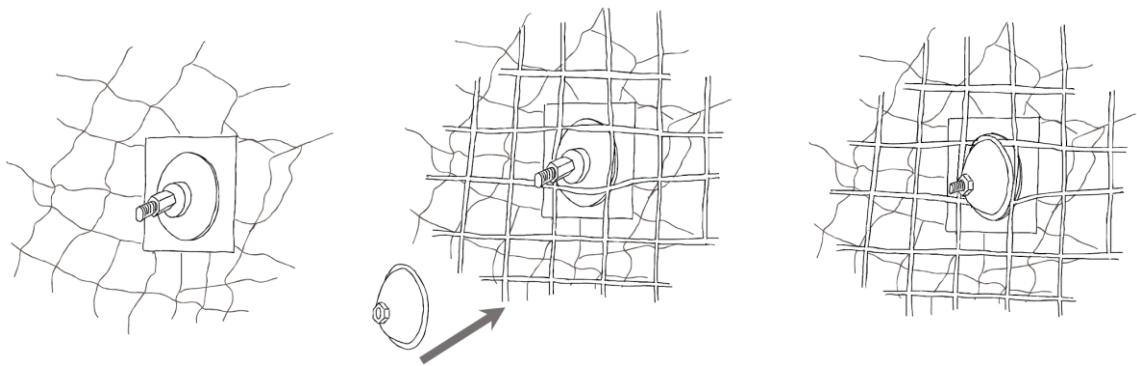


Рисунок 3.10 – Использование экспресс-шайбы для фиксации сетки

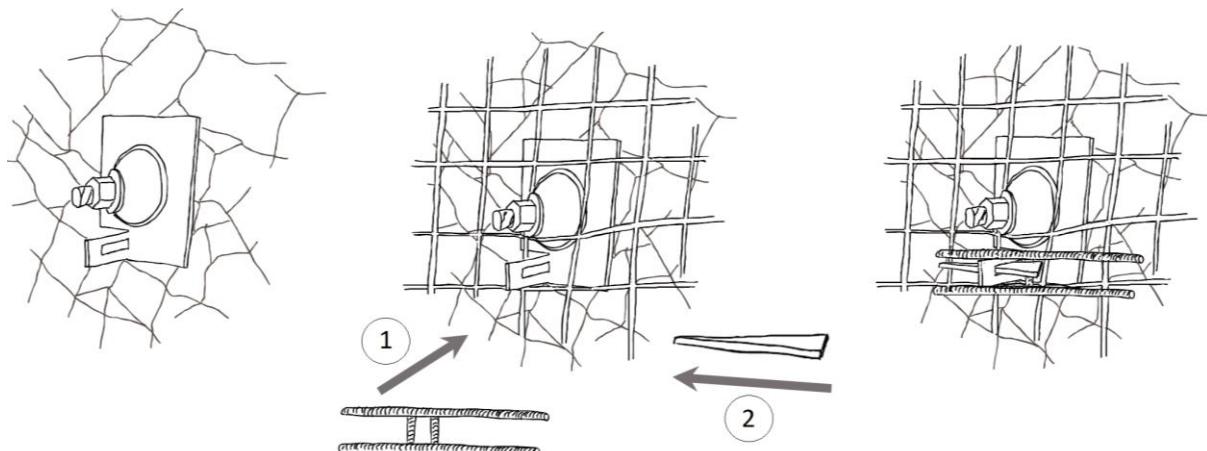


Рисунок 3.11 – Использование шайбы с отгибом и арматурным прижимом для фиксации сетки

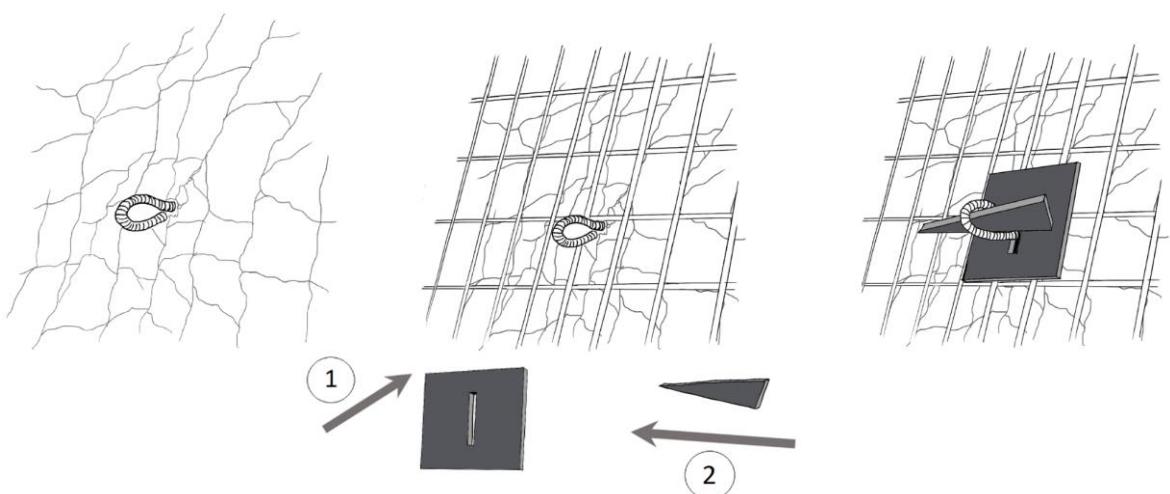


Рисунок 3.12 – Использование шайбы с фиксацией сетки на анкер ЖБШ с петлевым оголовком

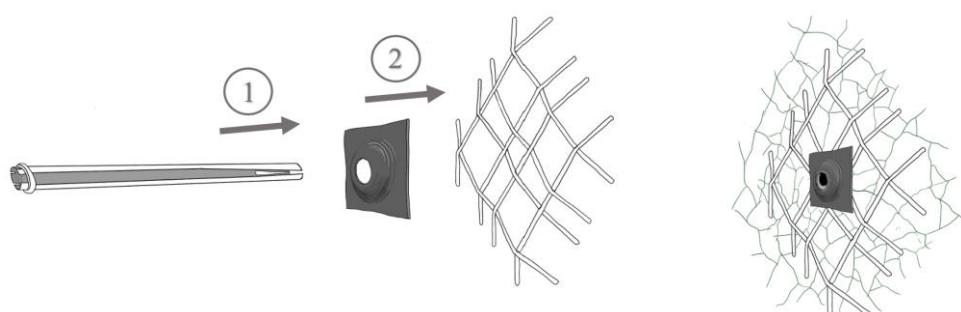


Рисунок 3.13 – Схема установка анкерной крепи ФА с армокаркасом

### **3.3.2 Набрызгбетонная (торкретбетонная) крепь**

Набрызгбетонная (торкретбетонная) крепь представляет собой бетонную оболочку толщиной слоя два и более сантиметров, в целом повторяющую своей формой очертание контура горной выработки (Рисунок 3.14).

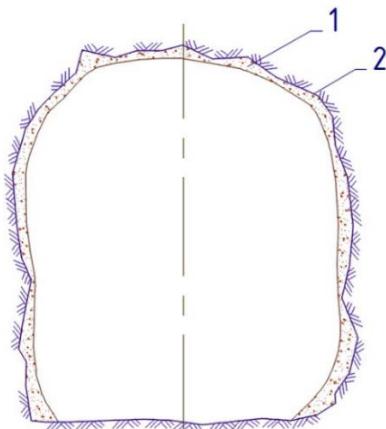


Рисунок 3.14 – Набрызгбетонная крепь:  
1 – набрызгбетон; 2 – контур выработки

Набрызгбетоном обозначают вид крепи, получаемый торкретированием бетонной смеси, изготавливаемой на предприятии; торкретбетоном – заводского производства (готовая сухая смесь).

#### **3.3.2.1 Состав набрызгбетонной (торкретбетонной) смеси**

В состав сухой смеси для набрызгбетона входят: цемент (вяжущий состав), песок (заполнитель).

В качестве вяжущего применять цементы: ЦЕМ I, ЦЕМ II/A-Ш, ЦЕМ II/A-И, ЦЕМ II/B-Ш, ЦЕМ III/A по ГОСТ 31108-2020.

В качестве заполнителя применять:

- песок по ГОСТ 8736-2014 (распространяется на природные пески и смеси природных песков и песков из отсевов дробления) – группа: «повышенной крупности», класс: «I» или «II»;

- песок из отсевов дробления горных пород по ГОСТ 31424-2010 (распространяется на строительные нерудные материалы из отсевов дробления, получаемые при производстве щебня из плотных скальных горных пород, гравия и валунов) – группа: «повышенной крупности» или «очень крупный», класс: «I» или «II».

Влажность заполнителя должна находиться в пределах 4 ÷ 7 %.

Расход компонентов набрызгбетонной смеси принимать по объемно-весовому методу (Таблица 3.13).

Таблица 3.13 – Состав набрызгбетона

Наименование	Количество	Описание
Цемент ГОСТ 31108-2020	1 часть	Тип: портландцемент ЦЕМ I, ЦЕМ III/A; шлакопортландцемент ЦЕМ II/A-III, ЦЕМ II/B-III Класс прочности: 42,5Н
Песок природный; смесь природного песка и песка из отсевов дробления (ГОСТ 8736-2014) или Песок из отсевов дробления горных пород (ГОСТ 31424-2010)	2 части	группа: «повышенной крупности», класс: «I» или «II»  группа: «повышенной крупности» или «очень крупный», класс: «I» или «II».
<b>Примечания:</b>		
1. В расчете на 1,0 м <sup>3</sup> бетона: цемент – 520 кг/м <sup>3</sup> ; песок – 1550 кг/м <sup>3</sup> ; вода (расчетная) – 270 л (В/Ц = 0,52); 2. Расчетная плотность смеси: 2300 кг/м <sup>3</sup> .		

При необходимости, подбор иного состава смеси осуществляется лабораторией, входящей в состав предприятия или сторонней организацией, имеющей соответствующий персонал и оборудование (заключение о состоянии измерений или аккредитацию).

Применяемый состав набрызгбетона (торкретбетона) должен обеспечивать прочность на одноосное сжатие в возрасте 28 суток не менее 30 МПа (класс бетона В22,5).

Вода для затворения набрызгбетонной смеси должна соответствовать ГОСТ 23732-2011 и не должна содержать примесей в количествах, нарушающих сроки схватывания и затвердения цементного теста (Таблица 3.14). Водородный показатель *pH* воды затворения должен быть не менее 4 и не более 12,5.

Таблица 3.14 – Допустимое содержание примесей в воде

Наименование примеси	Максимальное допустимое содержание, мг/л
Растворимые соли	10000
Ионы SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2700
Ионы Cl <sup>-</sup>	4500
Взвешенные частицы	300

Содержание воды в смеси выражается водоцементным отношением – В/Ц, максимальное значение которого не должно превышать 0,55. Количество воды в смеси оказывает ключевое значение на прочностные характеристики – чем ниже В/Ц, тем выше итоговая прочность набрызгбетона (торкретбетона).

Состав готовых сухих смесей заводского изготовления представляет собой строго подобранную рецептуру фракционного заполнителя, цемента и химических добавок.

Дозирование компонентов выполнять объемно-весовым методом с обязательным предварительным перемешиванием смеси механизированным способом с применением общестроительных миксеров или установок для сухого торкретирования (пневмонагнетателей), совмещенных с миксером. Без перемешивания использование смеси запрещено. Время хранения цемента в вагоне в горных выработках до момента его использования – не более суток.

Сухие торкретсмеси заводского изготовления готовы к применению и не требуют дополнительного перемешивания.

### **3.3.2.2 Возведение набрызгбетонной (торкретбетонной) крепи**

Возведение набрызгбетонной крепи производится торкретированием сухим способом. В состав работ входят следующие основные операции: дозировка цемента и песка; приготовление сухой смеси (перемешивание); загрузка торкретмашины сухой смесью; нанесение набрызгбетона на контур выработки. При торкретировании готовой сухой смесью дозирование компонентов и перемешивание не производится.

Сухой способ торкретирования (Рисунок 3.15) предусматривает подачу сжатым воздухом на сопло сухой смеси цемента с наполнителями и по отдельному шлангу воды под давлением.

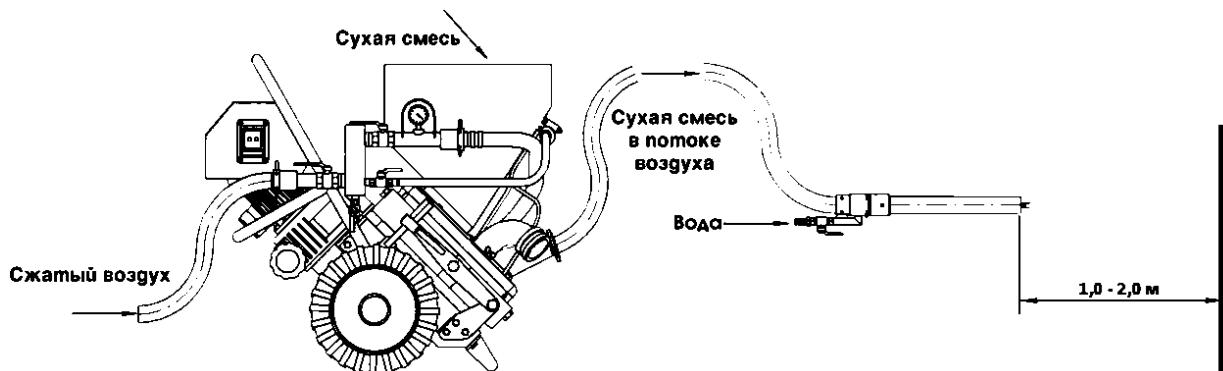
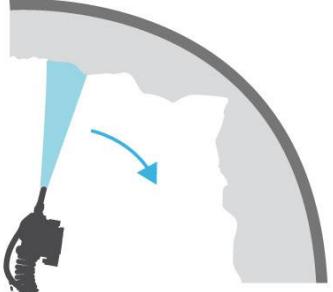
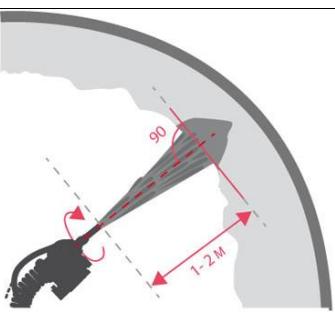


Рисунок 3.15 – Схема сухого способа торкретирования

Смешивание смеси и воды происходит непосредственно в сопле, а оптимальная подвижность набрызгбетона (торкретбетона) регулируется краном подачи воды непосредственно при торкретировании.

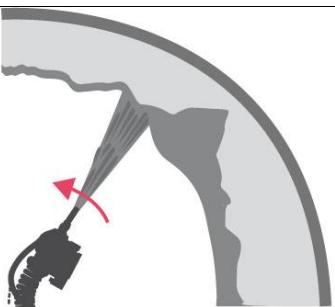
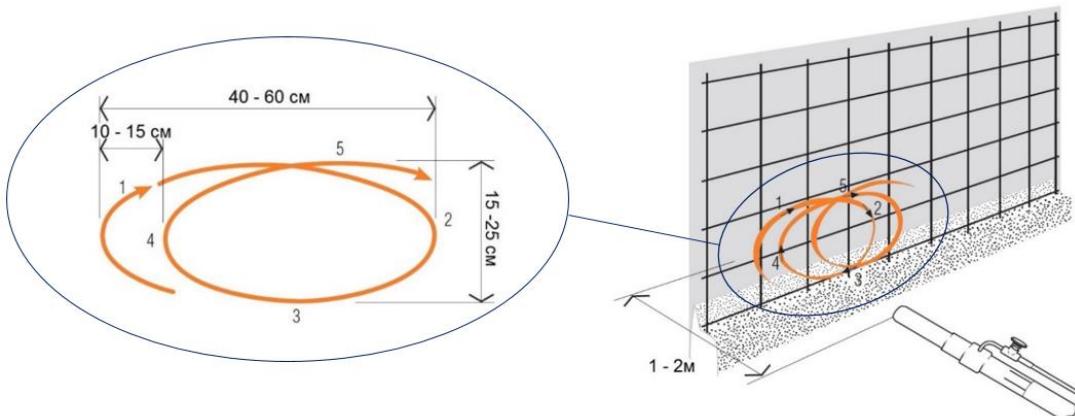
Схема торкретирования заключается в следующем:

- 
1. Подготовить поверхность перед торкретированием орошением водой



2. Торкретировать с соблюдением следующих условий:
- сохранение оптимального расстояния от сопла до контура  $1 \div 2$  м;
  - сохранение угла факела торкретсмеси  $70 \div 90$  градусов к контуру

2. Торкретировать круговыми движениями по спирали равномерно по всей поверхности, начиная с боков выработки, поднимаясь на кровлю



3. Торкретировать методом сглаживания контура горной выработки, т.е. наибольшая толщина приходится на углубления, меньшая – на выступы. При этом выполняется укрытие армокаркаса (сетки) таким образом, чтобы слой бетона полностью покрывал арматуру армокаркаса или проволоку сетки без существенного защитного слоя (контур и очертание затяжки визуально различимы)

Потери (отскок) смеси принимать: не более 20 % при торкретировании набрызгбетонной смесью; не более 10 % при применении готовой сухой смеси.

### 3.3.3 Комбинированные крепи

Комбинированная крепь представляет собой сочетание двух или трех видов крепи: анкерной, сетки (армокаркасов) или подхватов и набрызгбетона (торкретбетона):

- анкерная крепь в сочетании с сеткой, армокаркасами или подхватами (АКК);
- анкерная крепь с набрызгбетоном (торкретбетоном), нанесенным по сетке или армокаркасу (УКК).

В составе комбинированной крепи каждый из элементов выполняет свои функции, но вместе они представляют единую конструкцию:

- анкеры, скрепляя структурные блоки или слои пород, увеличивают устойчивость обнажений горных пород;
- сетки или армокаркасы предотвращают отслоения между анкерами;

- слой набрызгбетона (торкрембетона), обеспечивает полный контакт крепи с контуром выработки, поддерживает приконтурный массив приложением к нему опорной нагрузки в результате его деформации.

Конструкция и характеристики анкерных крепей приведены в разделе 3.3.1, характеристики материалов для затяжки обнажения – в разделе 3.3.1.4; характеристика набрызгбетонной (торкрембетонной) крепи – в разделе 3.3.2.

### **3.3.4 Рамная податливая крепь**

В условиях Октябрьского месторождения допустимы к применению два типа рамной податливой крепи: металлическая (КМП) и комбинированная (ККП).

#### **3.3.4.1 Металлическая податливая рамная крепь**

Металлическая податливая рамная крепь представляет собой систему крепежных рам (арок) из спецпрофиля СВП (Рисунок 3.16). Работа в податливом режиме обеспечивается приложением к контуру выработки опорной нагрузки рам через забутовочный материал и расклинику замков податливости.

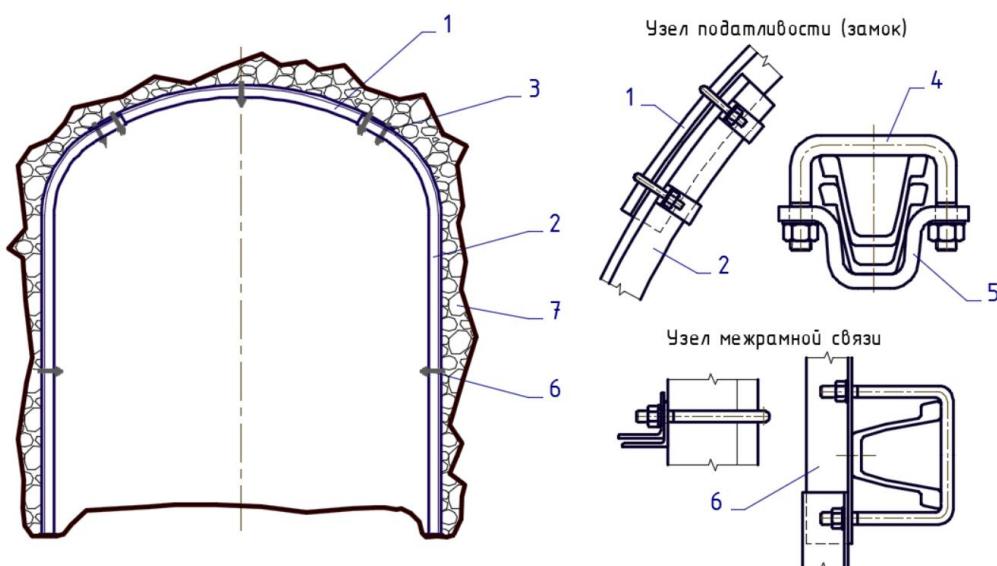


Рисунок 3.16 – Металлическая рамная податливая крепь:  
1 – верхняк; 2 – стойка; 3 – замок; 4 – скоба; 5 – планка; 6 – стяжка; 7 – затяжка/забутовка

Рама КМП выполняется из специального взаимозаменяемого желобчатого шахтного профиля проката СВП по ГОСТ 18662-2023 пяти типоразмеров: 17, 19, 22, 27 и 33. Допустимы к применению рамы из специального взаимозаменяемого гнутого профиля проката СВГП и специального взаимозаменяемого унифицированного профиля проката СВПУ в соответствии с ГОСТ 31560-2024: СВГП18, СВГП22 и СВПУ22.

Материал спецпрофиля СВП – стали с времененным сопротивлением – не менее 490 МПа; пределом текучести – не менее 290 МПа; относительным удлинением – не менее 19 %. Материал спецпрофиля СВГП – стали с времененным сопротивлением –

не менее 490 МПа; пределом текучести – не менее 345 МПа; относительным удлинением – не менее 21 %.

Элементы рамы соединяются с помощью замков. Замок состоит из скобы, хомутов и гаек. В зависимости от конфигурации и способа установки рамы, планки могут быть фигурными, выштампованными из полосы толщиной 12 ÷ 16 мм, или прямыми, изготовленными из боковины профиля СВП или из полосы 18x160x60 мм. Применяются замки с рабочим сопротивлением 170 ÷ 230 кН с одной, двумя и тремя планками. Каждый замок после монтажа рамы должен быть расклиниен деревянными клиньями. Назначение расклиники заключается в фиксации рамы в ее проектном положении, обеспечении работы узлов податливости в заданном режиме и создании опорной нагрузки.

Рамы между собой соединяются стяжками (связями), установленными на верхняках со стороны кровли по центру выработки и на стойках вдоль средней части боковых элементов крепи. Сортамент межрамных стяжек: уголок 63x63x5 мм; 63x63x6 мм; швеллер 6,5; гнутый уголок 80x80x5 мм; гнутый уголок 100x100x4 мм. Длина стяжек подбирается в зависимости от расстояния между рамами и способа крепления к стойке крепи, который может быть выполнен с помощью хомута или специальных болтов.

Материал межрамных стяжек, скобы и планки замка – сталь марок Ст5сп и Ст5пс и другие стали с времененным сопротивлением – не менее 380 МПа; пределом текучести – не менее 240 МПа; относительным удлинением – не менее 25 %.

Рекомендуемые конструкции замков, межрамных связей и затяжек приводятся в «Руководстве по применению типовых сечений горных выработок...» [4].

По внешнему контуру рам укладываются межрамные ограждения (затяжка) и производится забутовка зaramного пространства с обеспечением плотного контакта между рамой и породным контуром. Конструктивная роль забутовки заключается в создании отпора со стороны горных пород и равномерном распределении нагрузки на раму. При этом, степень жесткости крепи определяется свойствами забутовочного материала: наиболее жесткая конструкция КМП – при забутовке породой, более податливая с забутовкой пиломатериалами, наиболее податливая – при забутовке вспенивающимися составами.

Основными показателями работы КМП является величина конструктивной податливости и несущая способность рамы в податливом и жестком режимах (Таблица 3.15). Податливость крепи достигается за счет скольжения концов звеньев рамы в местах соединения друг к другу, что обеспечивает снижение нагрузок на крепь. Трехзвенная крепь обеспечивает вертикальную податливость до 350 мм; пятизвенная – до 1000 мм.

Таблица 3.15 – Несущая способность рамы КМП

Номер профиля	При работе крепи в податливом режиме, кН	При работе крепи в жестком режиме (после исчерпания податливости), кН
СВП17	140 ÷ 150	300
СВП19	160 ÷ 170	360
СВП22/СВГП18	180 ÷ 190	
СВП27/СВГП22	200 ÷ 220	450
СВП33	230 ÷ 250	560

Общая схема возведения крепи КМП заключается в следующем:

- устанавливаются стойки и скрепляются двумя рамными стяжками с ранее установленной рамой;
- устанавливают верхняк и соединяют его со стойками замками хомутами;
- устанавливают к верхняку рамную стяжку с ранее установленной рамой;
- производят расклинку рамы в замках;
- производят затяжку межрамного пространства;
- выполняют забутовку зарамного пространства.

При проведении выработки с креплением крепью КМП в качестве временного крепления следует применять систему консольной выдвижной крепи, которая может применяться как изготовленная по соответствующим чертежам непосредственно на руднике, так и заводского производства. Временная крепь рудничного изготовления (Рисунок 3.17), представляет собой ограждающую конструкцию и состоит из консольных металлических балок, расположенных под кровлей выработки и опирающегося на них предохранительного перекрытия в виде настила из деревянных распилов, стальных арматурных сеток, металлических листов или верхняков с затяжками (в последующем используемых как элементы постоянной крепи).

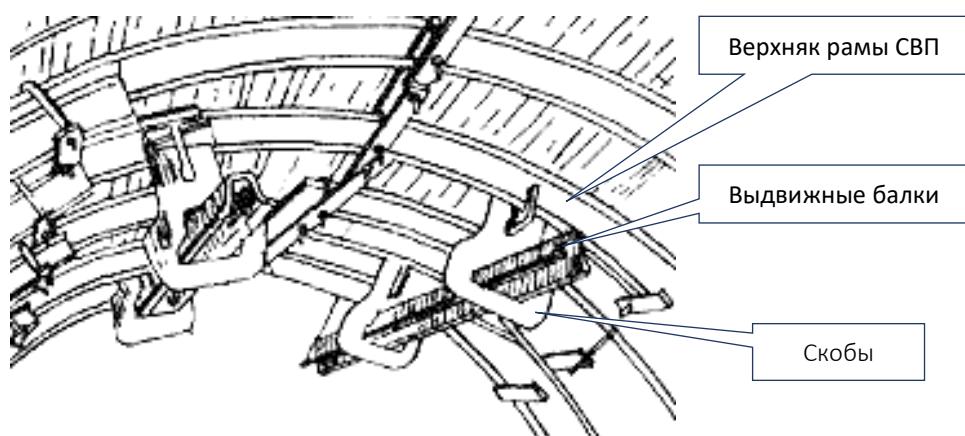


Рисунок 3.17 – Устройство временной выдвижной крепи

Консольные балки (из профиля СВП или рельс) свободно подвешиваются на скобах к верхнякам установленной постоянной крепи. Применяемые конструкции скоб

(Рисунок 3.18) позволяют легко передвигать балки с перекрытием вслед за забоем выработки, а также выполнять их быстрый демонтаж на время проведения взрывных работ.

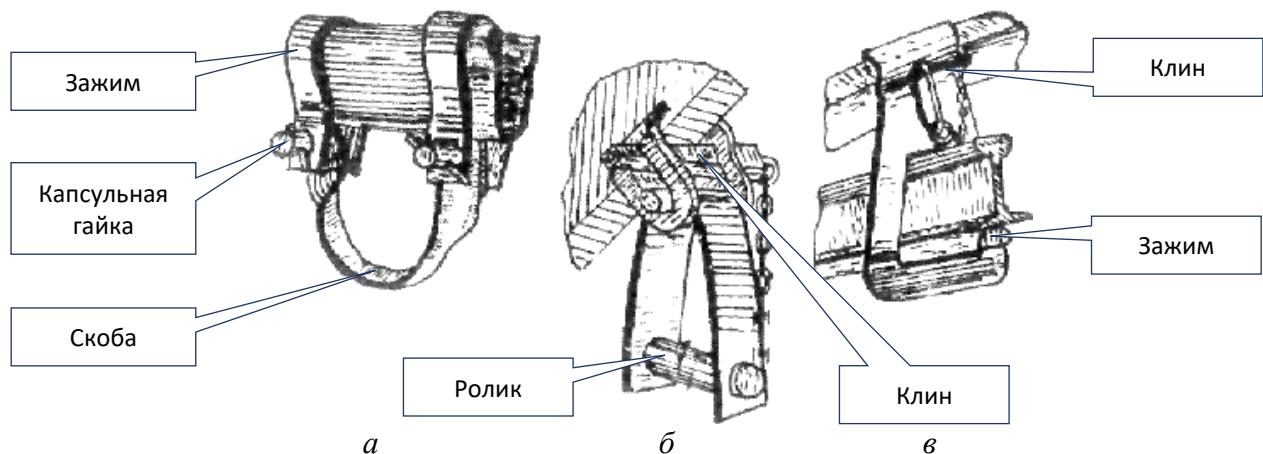


Рисунок 3.18 – Применяемые конструкции скоб выдвижной крепи:

а – с фигурными зажимами, закрепляемыми болтами с капсулными гайками;

б – с зажимным клином и роликом для передвижки консольной балки;

в – из фасонной стали, выполненных заодно с зажимом и закрепляющим клином

Наиболее простой конструкцией скобы является выполненная из элементов замка рамной крепи СВП – хомутов и планки (Рисунок 3.19).

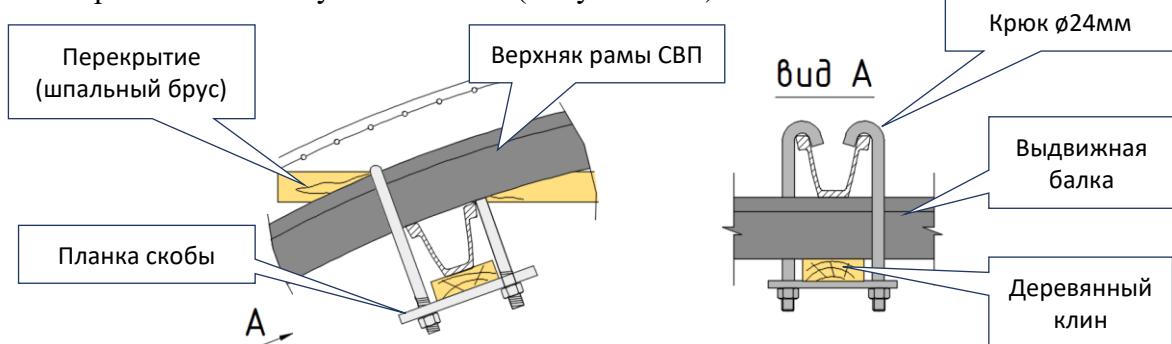


Рисунок 3.19 – Скоба временной выдвижной крепи

Консольная выдвижная крепь заводского производства (Рисунок 3.20) представляет готовое комплексное решение обеспечения безопасности производства работ.

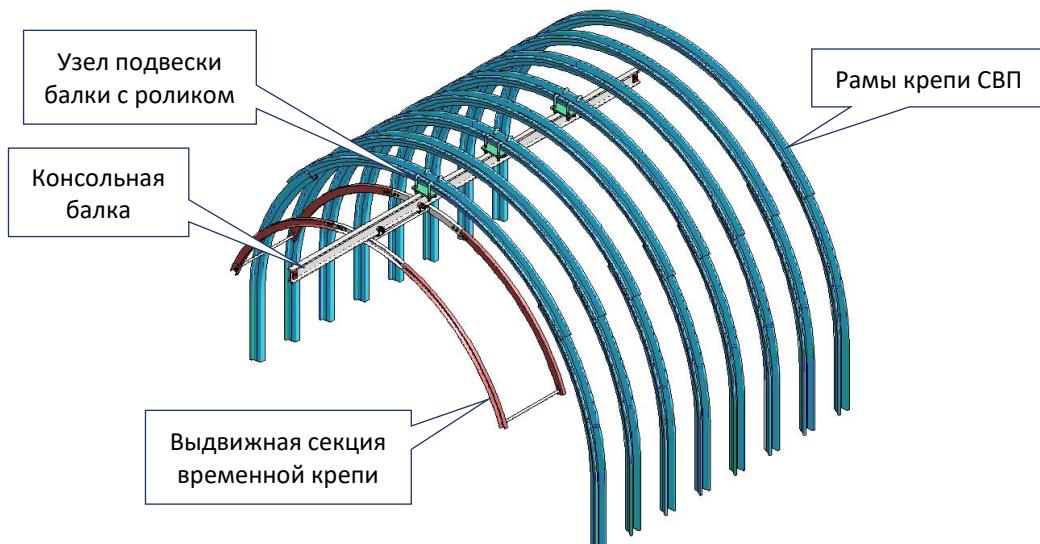


Рисунок 3.20 – Устройство временной выдвижной крепи с роликовой консольной балкой

Выдвижная секция временной крепи представляет собой сборную модульную конструкцию из верхняка и двух полуарок, в защитном положении перекрывающих весь периметр кровли выработки. Секция может быть различной ширины, подвешивается на двух роликах к консольной балке и легко перемещается вслед за забоем. Предохранительное перекрытие секции выполняется из деревянных распилов, стальных арматурных сеток или металлических листов.

В качестве временной ограждающей крепи допустимо применение иных конструкций с перекрытием обнажения кровли, которое может быть установлено на стойки временной крепи типа ВК.

### 3.3.4.2 Комбинированная податливая рамная крепь

Комбинированная податливая рамная крепь представляет собой систему крепежных рам (арок) из деревянных стоек и верхняков из спецпрофиля СВП (Рисунок 3.16). Форма крепежной рамы – трапециевидная (прямоугольная). Работа крепи обеспечивается приложением к кровле выработки опорной нагрузки рам через забутовочный материал.

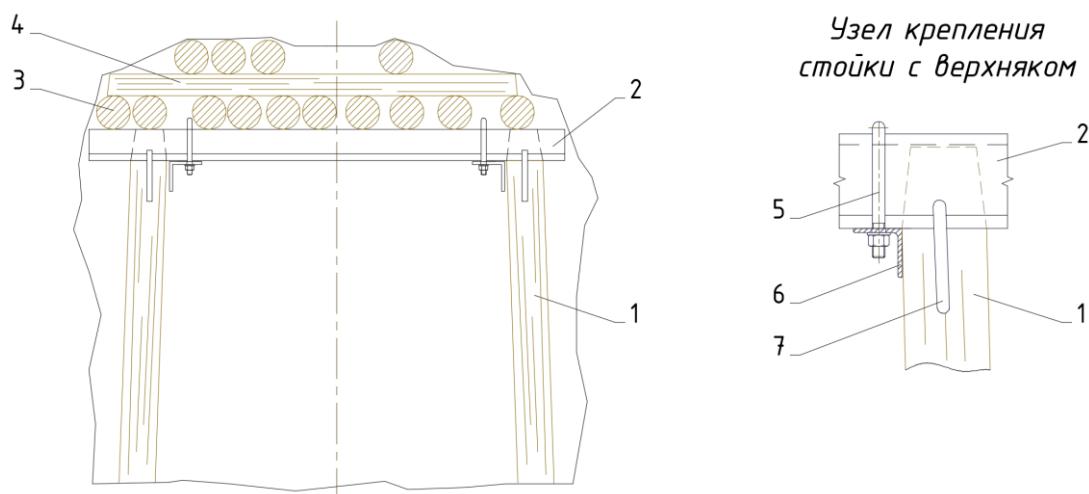


Рисунок 3.21 – Комбинированная рамная податливая крепь:

1 – стойка; 2 – верхняк; 3 – затяжка; 4 – забутовка; 5 – замок; 6 – планка; 7 – скоба

Стойки рамы ККП выполняются из бревна (кругляк) диаметром 20 см из хвойных пород дерева; верхняк – из специального взаимозаменяемого желобчатого шахтного профиля проката по ГОСТ 18662-2023: СВП17 или СВП19.

Верхняк со стойкой через планку (расстрел) соединяется с помощью замка (скобы с гайками) и дополнительной фиксацией металлическими скобами. Рамы между собой соединяются планками, закрепленными на стойках, из уголка 63x63 мм. Длина планок подбирается в зависимости от расстояния между рамами.

Материал планок и скоб – сталь марок Ст5сп и Ст5пс и другие стали с времененным сопротивлением – не менее 380 МПа; пределом текучести – не менее 240 МПа; относительным удлинением – не менее 25 %.

По кровле рам укладываются межрамные ограждения (затяжка). Забутовку межрамного пространства выполнять по кровле с обеспечением плотного контакта между рамой и породным (рудным) контуром.

Конструктивная податливость крепи достигается за счет деформации деревянных стоек. Для увеличения величины податливости допускается заострение опорных краев стоек.

Общая схема возведения крепи ККП заключается в следующем:

- подготавливаются деревянные стойки под размер выработки. Верхние торцы стоек подрубаются под размер желоба СВП верхняка для их установки «в паз»;

- устанавливаются стойки и скрепляются двумя планками (расстрелами) с ранее установленной рамой;

- устанавливают верхняк и подкрепляют его со стойками металлическими скобами.

Затем соединяют замками с планками;

- производят расклинику рамы и затяжку межрамного пространства по кровле.

### **3.3.4.3 Материалы для затяжки и забутовки**

В качестве межрамных ограждений (затяжки) использовать:

- сварные решетки из арматуры диаметром 10 ÷ 16 мм А240, А400 и А500 по ГОСТ 34028-2016. Размер решеток рекомендуется принимать по высоте 500 мм, по длине – принятому шагу установки рам; размер ячеи 100x100 мм. Крайние концы арматуры следует изгибать на угол около 45° для фиксации решеток на профиль СВП (Рисунок 3.22);

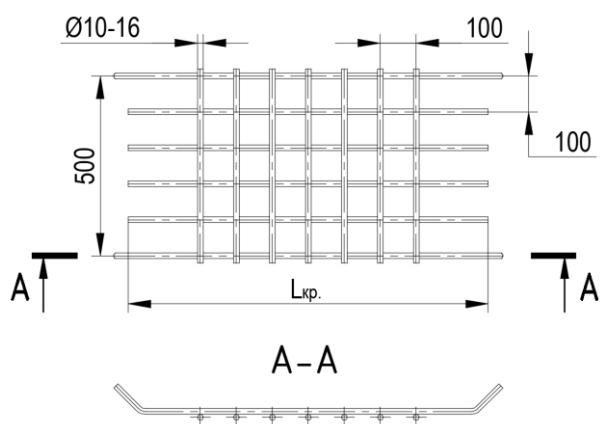


Рисунок 3.22 – Затяжка сварная рамной крепи

- сварные металлические сетки по ГОСТ 23279-2012 с ячеей 100x100 мм и диаметром 10 ÷ 16 мм;

- древесину хвойных пород (доска, однорез, тонкомер).

Допускается применение затяжек из других материалов и иных конструкций: плоских железобетонных плит, специальных шахтных полимерных (композитных) сеток и др.

В качестве забутовки заранного пространства использовать:

- мелкой породой;
- лесо- или пиломатериалами из древесины хвойных пород;
- вспенивающиеся смолы (органоминеральные, фенольные) в комплексе с сетками с полимерными пленками или специальной негорючей тканью в качестве затяжки и легкой опалубки, либо с пиломатериалами (Рисунок 3.23).



Рисунок 3.23 – Забутовка вспенивающимся составом

### 3.3.5 Бетонная монолитная крепь

Бетонную монолитную крепь применяют для поддержания выработок выпуска горной массы (выработка скреперования) для преждевременного их выхода из строя от влияния технологического фактора В (вторичное дробление негабаритов).

Бетонная крепь представляет собой монолитную бетонную конструкцию с правильным внутренним контуром сечения выработки и плотным контактом с массивом (Рисунок 3.24).

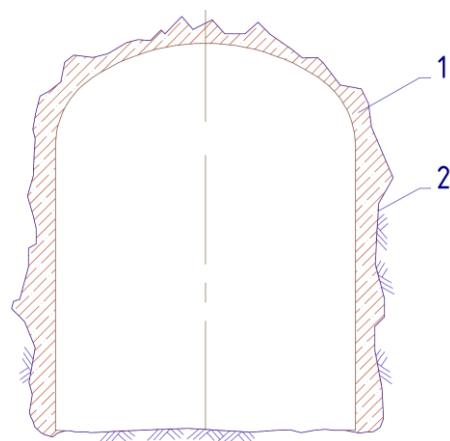


Рисунок 3.24 – Бетонная крепь:  
1 – монолитный бетон; 2 – контур выработки

Толщина стен крепи назначается в зависимости от фактического контура выработки, но не менее 200 мм.

При возведении крепи, допускается формировании контура сечения полигональной формы (с плоской кровлей).

### **3.3.5.1 Состав бетонной смеси**

В состав бетонной смеси для приготовления бетона входят:

- цемент (вяжущий состав);
- песок (мелкий заполнитель);
- щебень (крупный заполнитель).

В качестве вяжущего применять цементы: ЦЕМ I, ЦЕМ II/A-Ш, ЦЕМ II/A-И, ЦЕМ II/B-Ш, ЦЕМ III/A по ГОСТ 31108-2020.

В качестве заполнителя применять:

- песок по ГОСТ 8736-2014 (распространяется на природные пески и смеси природных песков и песков из отсевов дробления) – группа: «повышенной крупности», класс: «I» или «II»;
- песок из отсевов дробления горных пород по ГОСТ 31424-2010 (распространяется на строительные нерудные материалы из отсевов дробления, получаемые при производстве щебня из плотных скальных горных пород, гравия и валунов) – группа: «повышенной крупности» или «очень крупный», класс: «I» или «II»;
- щебень для бетона из плотных горных пород по ГОСТ 8267-93 фракцией: от 5 до 10 мм; св. 10 до 15 мм; св. 10 до 20 мм; св. 15 до 20 мм или св. 20 до 40 мм.

С целью повышения подвижности бетона и его жизнеспособности, на стадии приготовления смеси рекомендуется вводить пластифицирующие добавки.

Влажность заполнителя должна находиться в пределах 4 ÷ 7 %; загрязнение заполнителей глиной или землей не должно превышать 2 % по объему.

Вода для затворения бетонной смеси должна соответствовать ГОСТ 23732-2011 и не должна содержать примесей в количествах, нарушающих сроки схватывания и затвердения цементного теста (Таблица 3.14). Водородный показатель  $pH$  воды затворения должен быть не менее 4 и не более 12,5.

Содержание воды в смеси выражается водоцементным отношением – В/Ц, максимальное значение которого не должно превышать 0,45. Количество воды в смеси оказывает ключевое значение на прочностные характеристики – чем ниже В/Ц, тем выше итоговая прочность бетона.

Прочие требования к бетону применять по ГОСТ 26633-2015.

Расход компонентов бетонной смеси принимать по объемно-весовому методу. Подбор состава смеси осуществляется лабораторией, входящей в состав предприятия или сторонней организацией, имеющей соответствующий персонал и оборудование (заключение о состоянии измерений или аккредитацию). Применяемый состав бетона

должен обеспечивать прочность на одноосное сжатие в возрасте 28 суток не менее 20 МПа (класс бетона В15).

### **3.3.5.2 Возведение бетонной крепи**

Схема возведения бетонной крепи включает следующие основные операции:

- подготовительные операции в выработке в месте возведения крепи;
- сооружение опалубки;
- приготовление бетонной смеси и доставка ее к месту работ;
- подача, распределение и уплотнение смеси за опалубкой;
- демонтаж опалубки.

При возведении крепления применять последовательную технологическую схему: выработку проводят на всю длину, а затем возводят бетонную крепь. До возведения постоянной бетонной крепи, выработку поддерживают временной крепью.

Бетонную смесь готовят централизованно на бетонно-растворном узле и транспортируют к месту возведения крепи, где установлен бетононасос.

Опалубку изготавливать из обрезной доски толщиной 20  $\div$  50 мм и бруса 100 x 100 мм, используемого в качестве стоек. Для изготовления кружал используют доски толщиной 40  $\div$  70 мм в зависимости от ширины пролета горной выработки. Опалубку свода допускается делать из транспортерной ленты, настиляемой на уложенные вразбежку доски.

В процессе установки опалубки, для придания ее конструкции жесткости, ребра, образуемые стойками и кружалами, могут быть дополнительно закреплены мягкой проволокой к элементам анкерной крепи.

Основание для опалубки выверяют до начала ее установки, площадь опирания должна быть достаточной для предохранения конструкции от осадки.

Опалубку возводят снизу вверх, разбирают - сверху вниз.

Конструкцию опалубки определяют паспортом крепления выработки.

Монтаж бетоновода производят из труб диаметром 100  $\div$  150 мм с помощью фланцевых соединений и накидных быстросъемных хомутов.

При возведении бетонных крепей для подачи и укладки применять бетоноукладчики или бетононасосы с дальностью подачи смеси по горизонтали до 250 м, по вертикали до 20 м и производительностью 5  $\div$  25 м<sup>3</sup>/ч.

Подача бетона за опалубку производится с предварительным смачиванием водой самой опалубки и стен выработки. Укладку бетона производят сначала в стены, а затем в свод. Уплотнение бетонной смеси производят вибраторами.

Бетонирование производят секциями по  $3 \div 4$  метра. После полного заполнения бетоном заопалубочного пространства подачу бетона прекращают, бетоновод извлекают и производят промывку водой.

Разборку опалубки производят через  $3 \div 5$  суток после укладки бетона.

### 3.3.6 Деревянная венцовая крепь

Деревянная венцовая крепь на стойках представляет собой систему крепления из круглого леса, применяемую для закрепления ходовых и вентиляционно-ходовых восстающих (Рисунок 3.25).

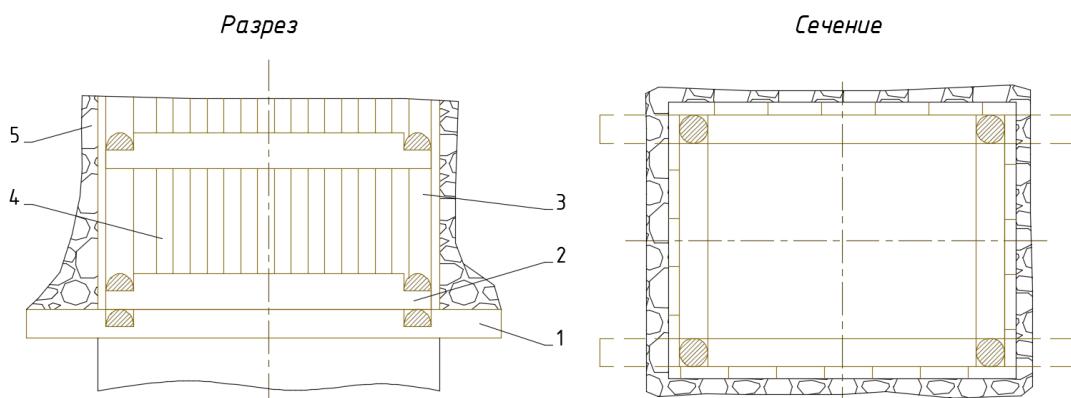


Рисунок 3.25 – Деревянная венцовая крепь:

1 – основной венец; 2 – рядовой венец; 3 – стойка; 4 – затяжка (доска); 5 – забутовка

Основным материалом деревянной крепи считать бревно (кругляк) диаметром 20 см из леса хвойных пород.

Для сборки элементов венцов применяют соединения «в лапу»; стойки соединяют с венцами «в паз» и дополнительно металлическими скобами.

Возвведение деревянной венцовой крепи производят после проходки восстающего снизу-вверх, которое заключается в следующем:

- в лунки устанавливается опорный (основной) венец;
- на основной венец укладывается рядовой венец;
- устанавливаются стойки высотой 1,0 м, которые соединяют с венцами «в паз» и дополнительно металлическими скобами. На стойки монтируется следующий рядовой венец;
- производят расклинку венцов брусками и клиньями;
- производят затяжку межвенцового пространства пиломатериалом (обаполом или доской);
- выполняют забутовку зарамного пространства лесоматериалом или мелкой породой;
- производят установку последующих венцов и стоек и полное крепление восстающего. Опорные венцы устанавливают через  $4 \div 5$  м.

## 4 Составление паспортов крепления

В результате расчета и определения параметров крепления, составлен «Альбом типовых паспортов крепления» на основе перечня сечений горных выработок, применяемых на руднике с учетом выявленных технологических факторов (Таблица 4.1, Таблица 4.2). «Альбом...» является приложением к «Положению...».

Таблица 4.1 – Типовые сечения горных выработок на Октябрьском подземном руднике

Сечение выработки	Площадь сечения вчерне, м <sup>2</sup>	Наименование выработки
	13,8	Двухпутевая выработка
	10,6	Однопутевая выработка, транспортный уклон, разведочный уклон, заезды (откаточные выработки)
	5,0	Скреперные, погрузочные и вентиляционные выработки
	4,0	Ниши BXB, ниши выпускных воронок, скреперные выработки (выработки выпуска рудной массы), ходки, сбойки
	6,8	Разведочные выработки

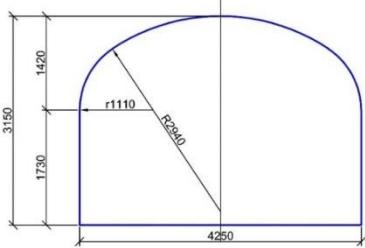
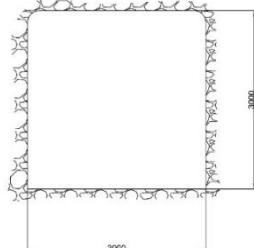
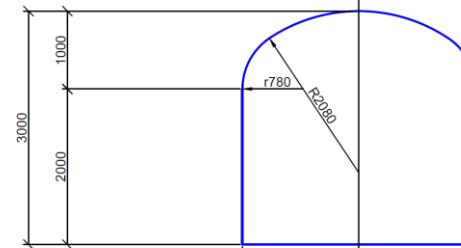
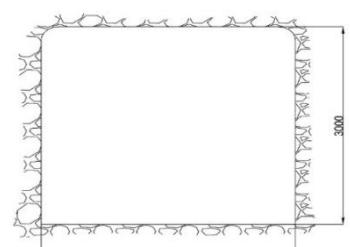
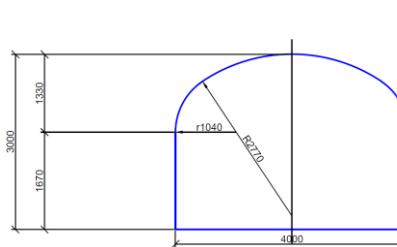
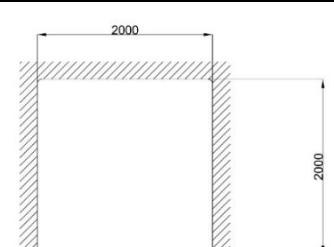
Сечение выработки	Площадь сечения вчерне, м <sup>2</sup>	Наименование выработки
	12,1	Камеры ЛС
	9,0	
	8,4	Буровые выработки
	12,0	
	10,9	Отрезная панель
	4,0	Восстающие выработки

Таблица 4.2 – Типовые сопряжения горных выработок на Октябрьском подземном руднике

Схема сопряжения	Тип	Наименование сопрягаемых выработок	Параметры сопрягаемых выработок, м	Максимальный пролет сопряжения $L_{max}$ , м	Геологический класс устойчивости
	T-1	Скреперные и погрузочные выработки, ходки, сбойки	$a = 2,15 (S=5,0 \text{ м}^2)$ $b = 2,15 (S=5,0 \text{ м}^2)$	4,3	1 ÷ 6
	T-2	Скреперные (погрузочные) выработки, ниши выпускных воронок, ниши ВХВ	$a = 2,15 (S=5,0 \text{ м}^2)$ $b = 2,15 (S=4,0 \text{ м}^2)$	4,3	1 ÷ 6
	Y-1	Откаточные выработки / откаточные выработки	$a = 3,3 (S=10,6 \text{ м}^2)$ $b = 3,3 (S=10,6 \text{ м}^2)$	7,9	1 ÷ 4

Паспорт крепления для конкретной выработки разрабатывается на основании данного альбома с учетом определенных горно-геологических условий.

Паспорт крепления (ПК) состоит из графического материала и пояснительной записи.

Графический материал должен содержать:

- план участка расположения проводимой выработки и ее сопряжений, поперечный и продольный разрезы с необходимой геологической характеристикой горного массива;

- геометрические параметры сечения горной выработки;

- конструкция, детали и размеры постоянной и временной крепи;

- отставание крепи от забоя;

- суточный график организации работ в забое, в котором должны быть показаны последовательность (непрерывность, цикличность) и продолжительность производственных процессов и возведения временного и постоянного крепления;

- схемы транспортирования горной массы, вентиляции, водоотведения и инженерных коммуникаций;

Пояснительная записка должна включать:

- горно-геологическую характеристику горного массива;

- обоснование способов крепления, вида и конструкции крепи;

- определение средств механизации по установке крепи;

- расчет потребности крепежных материалов.

Паспорт крепления разрабатывается (составляется) начальником производственного участка при взаимодействии с ответственными инженерно-техническими работниками геологической службы рудника в следующей последовательности:

а) начальник участка (заместитель начальника) в соответствии с планом горных работ предоставляет в геологический отдел перечень планируемых к проходке горных выработок на следующий календарный месяц;

б) участковый геолог по разработанной номограмме определяет прогнозный геологический класс устойчивости; на соответствующем листе паспорта представляет геологическую характеристику участка выработки с указанием необходимых для практического применения сведений. Полученные данные передаются начальнику производственного участка;

в) начальник участка (заместитель начальника), используя «Альбом типовых паспортов крепления» разрабатывает паспорт на проводимую выработку: формирует пояснительную записку и графический материал по конструкции и параметрам крепи, расчету потребности в крепежных материалах, средств установки крепи, способа крепления и последовательности производства работ с составлением суточного графика организации работ в забое.

Дополнительно разрабатывается схема транспортирования горной массы, вентиляции, водоотведения и размещения инженерных коммуникаций.

Паспорт крепления утверждается техническим руководителем рудника.

Шаблон паспорта крепления, отвечающий требованиям «Правил безопасности при ведении горных работ...» [1], представлен в ПРИЛОЖЕНИИ А.

При превышении в процессе проходки фактической площади сечения выработки от проектной:

- на значение до 10 %: паспорт крепления не корректируется – устойчивость выработки обеспечивается принятым набором крепления;

- более 10 %: крепление на данном участке выработки производится с соответствующим добавлением элементов крепи (анкеры, сетка, армокаркасы) по принятым параметрам – устойчивость выработки обеспечивается увеличенным набором крепления;

- при превышении фактической площади сечения выработки в результате крупного вывала или обрушения, либо более 30 %, крепление участка производится по разрабатываемому паспорту крепления на ремонт (раздел 7.2).

Паспорт крепления, все дополнения и изменения к нему, хранятся весь период эксплуатации горной выработки до полного ее погашения или вывода из эксплуатации. Оригиналы (подлинники) паспортов крепления должны храниться у технического руководителя рудника, копии – у начальника участка и в помещениях выдачи наряда.

## **5 Меры безопасности при креплении горных выработок**

Способы и меры по безопасному производству технологических операций при креплении горных выработок определяются в регламенте технологического производственного процесса «Проходка горизонтальных и наклонных горных выработок» в соответствии с п. 26 «Правил безопасности при ведении горных работ...» [1].

К выполнению работ по креплению горных выработок допускаются рабочие, имеющие квалификационное удостоверение по профессии «крепильщик», «проходчик». Крепление выработок производится звеном крепильщиков (проходчиков) из двух человек, один из которых назначается старшим.

Крепильщик (проходчик) должен знать требования регламента технологического производственного процесса «Проходка горизонтальных и наклонных горных выработок» и инструкции по охране труда; понимать смысл назначения и принципа работы всех применяемых крепей, технически правильного и безопасного крепления горных выработок.

Исполнители работ по креплению при обнаружении изменений в состоянии устойчивости выработки, для ликвидации которых должны приниматься оперативные меры, обязаны известить об этом горный надзор участка.

## **6 Мониторинг состояния крепления**

### **6.1 Общие положения**

Мониторинг – это постоянные наблюдения с целью получения данных о работе применяемых типов и параметров крепления в различных геологических классах устойчивости горного массива; постоянной проверки качества используемых для крепления материалов, технологии установки крепи; общего состояния выработок. Мониторинг горных выработок производить в соответствии с п. 107 «Правил безопасности при ведении горных работ...» [1].

Особенно важной является информация о потере устойчивости горной выработки. Разрушение горной выработки может происходить по следующим причинам:

- 1) Ошибочное проектирование крепления – определенные в типовом паспорте тип и параметры крепления не обеспечивают сохранение устойчивости горной выработки;
- 2) Некорректное определение горно-геологических условий – на стадии составления паспорта крепления участковый геолог неправильно определяет геологический класс устойчивости массива;
- 3) Несоответствие материалов для крепления заявленным техническим характеристикам;
- 4) Нарушения технологии установки крепи.

Выявленная в ходе мониторинга потеря устойчивости горной выработки или отдельных элементов крепления, подлежит фиксации в «Журнале осмотра крепи и состояния горных выработок» (ПРИЛОЖЕНИЕ В).

Если в результате наблюдений систематически выявляется, что потеря устойчивости горной выработки происходит по какой-либо из перечисленных причин, требуется проведение следующих корректирующих действий соответственно:

- 1) Главный инженер рудника направляет в АО «Уралмеханобр» письмо с запросом о необходимости внесения соответствующих корректировок в «Положение...» или «Альбом...»;
- 2) Главный геолог рудника организует обучение участковых геологов по прогнозу геологических условий для проходки горных выработок, на котором важно уделять особое внимание закономерностям изменения геологических условий при проходке горных выработок различного назначения;
- 3) Партия материалов для крепления, имеющая несоответствие технических характеристик заявленным в паспорте, запрещается к дальнейшему применению; выставляется претензия к производителю (поставщику);
- 4) Начальник производственного участка выявляет причины систематического нарушения технологии установки крепи, а главный инженер рудника определяет мероприятия

по их устраниению, в том числе месячный график перекрепления и приведения выработок в безопасное состояние.

Если в результате наблюдений возникают единичные случаи потери устойчивости горных выработок на небольших интервалах, которые не повторяются с течением временем с какой-либо периодичностью, то никаких из перечисленных выше корректирующих действий производить не требуется.

## 6.2 Проверка проектных решений по креплению выработок

В случае ошибочного проектирования крепления при проходке горных выработок в различных горно-геологических условиях, формы их разрушения будут иметь свои присущие особенности (Рисунок 6.1, Рисунок 6.2).



**Класс устойчивости «1».**  
Разуплотнение и отслоение набора связанных мелких фрагментов пород.

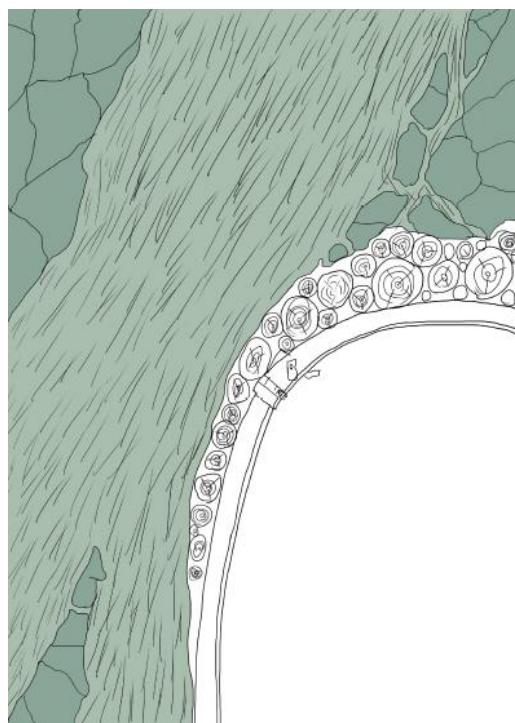


**Класс устойчивости «2».**  
Резкое смещение крупных блоков в горную выработку с обрывом анкеров и сетки.

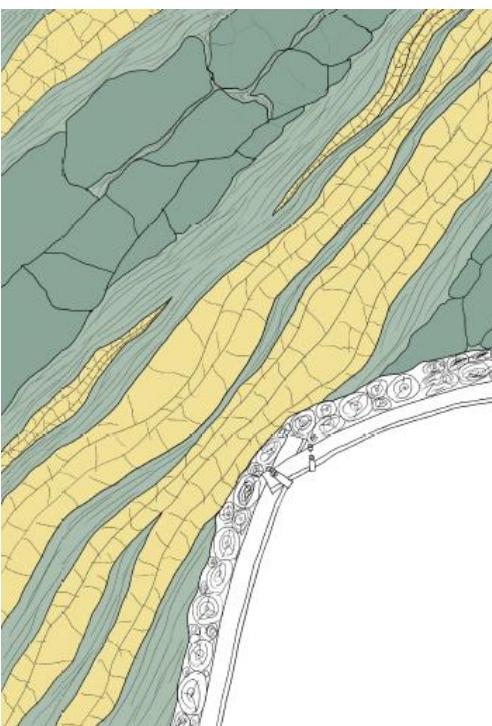
Рисунок 6.1 – Модели деформации закрепленных горных выработок в «1» и «2» классах устойчивости массива



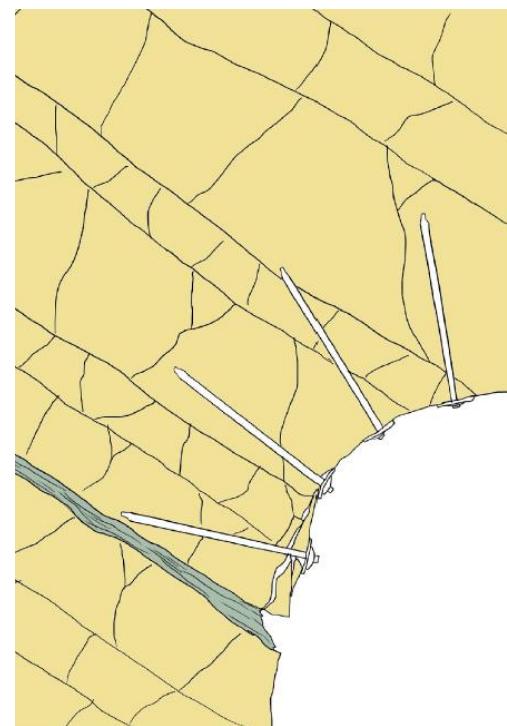
**Класс устойчивости «3».**  
Раздавливание породных блоков,  
оголение анкеров, разрыв сетки.



**Класс устойчивости «4».**  
Раздавливание выработки, изгиб рам,  
срыв замков податливости.



**Класс устойчивости «5».**  
Раздавливание выработки, изгиб рам,  
срыв замков податливости.



**Класс устойчивости «6».**  
Растresкивание руды и ее отслоения  
в выработку, зависание рудных блоков н  
а анкерах.

Рисунок 6.2 – Модели деформации закрепленных горных выработок  
в «3», «4», «5» и «6» классах устойчивости массива

## **6.3 Контроль правильности определения горно-геологических условий**

Для контроля правильности определения горно-геологических условий, главному геологу рудника необходимо поддерживать постоянный обмен опытом между участковыми геологами и коллективные обсуждения оцениваемого горного массива и его свойства.

## **6.4 Контроль качества материалов для крепления и технологии установки крепи**

При организации процессов по контролю качества материалов для крепления и технологии установки необходимо иметь четкое понимание того, что достижение заявленных в паспорте характеристик не является целью. Конечной целью следует считать обеспечение устойчивости горных выработок.

### **6.4.1 Контроль анкерной крепи**

Для контроля качества анкерного крепления и технологии ее установки, необходимо проведение испытаний на несущую способность с записью в «Журнал испытаний крепи» (ПРИЛОЖЕНИЕ Г). Проведение этих испытаний связано с решением следующих качественно различных задач:

- 1) Выявление систематических нарушений в технологии установки анкерной крепи, которые можно выявить только за достаточно длительный промежуток наблюдений;
- 2) Оперативное выявление партий анкеров, отличных по своим свойствам от требуемых. Хотя случаи поступления некачественных партий анкеров маловероятны, тем не менее это необходимо контролировать.

Для решения этих задач применяется различный подход к обработке результатов проведения испытаний: поскольку испытывают не все установленные анкеры, а только малую их часть, то делать какие-либо выводы об общем качестве всего установленного крепления по результатам испытаний нескольких анкеров не является корректным. Для объективной оценки результатов испытаний разработан показатель, который с достаточной достоверностью указывает на соблюдение технологии установки анкерного крепления, а также на качество самих анкеров. Показатель не фокусируется на каком-либо одиночном результате испытаний, а охватывает результаты испытаний за определенный период, что позволяет отслеживать качество установки анкерного крепления в динамике.

Месячный объем устанавливаемых на руднике анкеров одного вида равен  $N$ , тогда необходимо определить долю в % от общего количества анкеров, которые следует испытывать на несущую способность. На выбранном интервале горной выработки производят испытания  $n$  анкеров, результаты которых заносят в таблицу, где в столбцах указывают значение несущей

способности анкера и характер его работы при нагружении. Пример заполнения результатов испытаний приведен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Результаты испытаний анкеров на несущую способность

№	Дата	Значение несущей способности, кН	Характер разрушения анкера при выдергивании
1	...	P <sub>1</sub>	---
2	...	P <sub>2</sub>	---
3	...	P <sub>3</sub>	Выдергивание анкера СПА. Отсутствие замоноличивающего состава в шпуре, установка на одну ампулу (нарушение технологии установки)
...	...	...	---
n-1	...	P <sub>n-1</sub>	Обрыв опорного кольца анкера ФА. Неудовлетворительное качество сварки (брак производства)
n	...	P <sub>n</sub>	---

По полученным результатам испытаний формируется график, на котором одна кривая показывает количество анкеров, не прошедших испытания за последний месяц без учета анкеров с производственным браком, а другая кривая показывает количество анкеров, не прошедших испытания за последнюю неделю без учета анкеров, установленных с нарушением технологии. Пример графиков показан на рисунке 6.3. Развитие систематических нарушений технологии установки анкерной крепи на руднике, если это возможно, будет иметь медленный темп, поэтому для их выявления следует использовать длительный период наблюдений (месяц). Партии анкеров с производственным браком необходимо оперативно выявить, поэтому необходимо использование для этого результатов испытаний за более короткий период (неделя). Критерием систематического нарушения технологии установки анкеров принимать количество  $n_1$  анкеров в месяц. Критерием выявления анкеров с производственным браком принимать количество  $n_2$  анкеров в неделю.

Указанные периоды и количество анкеров  $n_1$  и  $n_2$  следует назначать в зависимости от технологических условий возведения крепи на производственных участках рудника, вида анкеров или на основании накопленной статистики в прошлый период времени.

Требования к контролю качества анкерной крепи приведены в таблице 6.2.

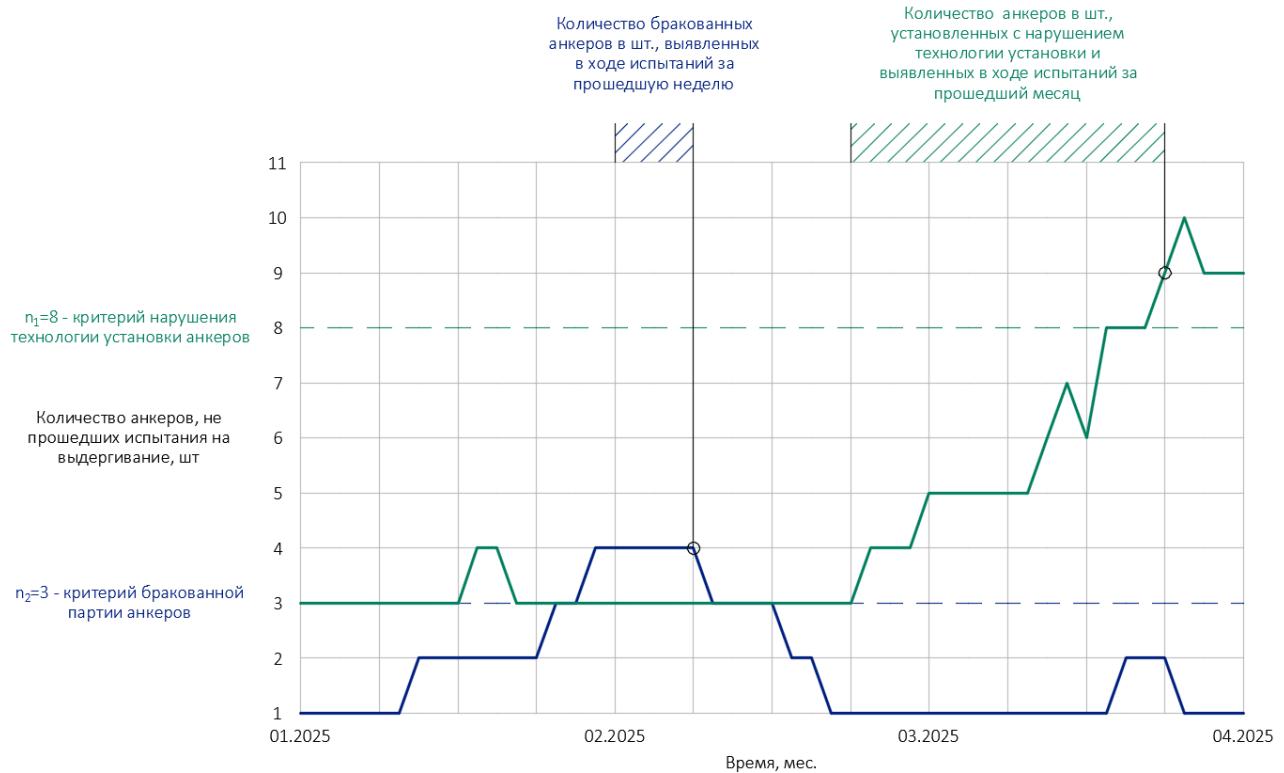


Рисунок 6.3 – График контроля качества установленного анкерного крепления

Таблица 6.2 – Требования к контролю качества анкерной крепи

Вид анкерной крепи	Периодичность и количество испытаний	Контролируемый параметр и его значение	Критерий качества	Причины неудовлетворительных испытаний	Показатель качества	Меры при установлении несоответствия качества
СПА	не менее 1,0 % от общего количества установленных анкеров в определенном ПК интервале	Несущая способность 100 кН сразу после установки	1) Отсутствие скольжения анкера вдоль шпура (ФА); 2) Отсутствие выдергивания анкера из закрепляющего состава в шпуре (СПА, ЖБШ); 3) Отсутствие механических разрушений анкера.	1) Брак установки (нарушение технологии или параметров установки): недостаточное количество ампул или их некачественное перемешивание, несоответствие диаметров «шпур/штанга» и пр.; 2) Брак производства (некачественный материал): разрыв металла штанги, срыв опорного кольца или втулки и пр.	1) За предыдущий месяц количество анкеров, установленных с нарушением технологии, не превышает $n_1$ . 2) За предыдущую неделю количество бракованных анкеров не превышает $n_2$	1) При браке установки: начальник производственного участка выявляет причины систематического нарушения технологии установки крепи, а главный инженеррудника определяет мероприятие по их устранению, в том числе месячный график перекрепления и приведения выработок в безопасное состояние. 2) При браке производства: запрещение данной партии крепи к дальнейшему применению; выставление претензии к производителю (поставщику).
		Несущая способность 50 кН сразу после установки				
		Несущая способность 60 кН через 24 часа и 80 кН через 48 часов после установки				

Примечание: испытания на несущую способность выполнять приборами контроля анкерной крепи типа ПКА или иных конструкций, отвечающих необходимым требованиям безопасности и предназначенные по своему назначению для выполнения задач проведения испытаний.

## **6.4.2 Контроль набрызгбетонной (торкретбетонной) крепи**

Инструментальный контроль предполагает определение толщины набрызгбетонной (торкретбетонной) крепи, качества сцепления с массивом, прочностных характеристик и величины отскока (потерь). Толщина крепи и адгезия с массивом контролируются в каждой из проводимых выработок с записью в «Журнал испытаний крепи» (ПРИЛОЖЕНИЕ Г); прочие параметры с заданной периодичностью и составлением отдельных актов испытаний.

### **6.4.2.1 Контроль толщины набрызгбетона (торкретбетона)**

Набрызгбетон (торкретбетон) возводится из условия сглаживания контура выработки: наибольшая толщина слоя на углублениях, меньшая – на выступах.

В паспорте крепления под толщиной набрызгбетонной (торкретбетонной) крепи  $t$  подразумевается среднее арифметическое значение генеральной совокупности результатов измерений ее толщины. Это означает, что если на определенном участке горной выработки произвести множественные инструментальные измерения толщины по достаточно густой сетке, то среднее арифметическое значение получаемых результатов ( $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ ) будет стремиться к величине толщины набрызгбетона (торкретбетона), указанной в паспорте крепления. В другом случае, если нанесенный на площадь  $S$  контура горной выработки объем набрызгбетонной (торкретбетонной) смеси распределить на той же площади, но равномерным слоем, то толщина этого слоя будет равна значению толщины крепи, указанной в паспорте крепления (Рисунок 6.4).

Толщина набрызгбетонной (торкретбетонной) крепи подлежит инструментальному определению в объеме необходимой выборки: одна серия – 11 замеров на участке выработки 1 пог. м (ПРИЛОЖЕНИЕ Д). Серия замеров производится поэтапно в определенном ПК интервале не реже одного раза на 15 пог. м выработки. Замеры проводить в характерных точках по всему периметру выработки.

Необходимость укрытия армокаркасов или сетки набрызгбетоном (торкретбетоном), предопределяет, что толщина крепи всегда будет более паспортной  $t$ . Тогда, толщину крепи допустимо определять визуальным методом по критерию укрытия применяемой затяжки: армокаркасы – большая часть полностью укрыта слоем бетона (допустимы выступающие отдельные прутки каркаса); сетка – вся площадь.

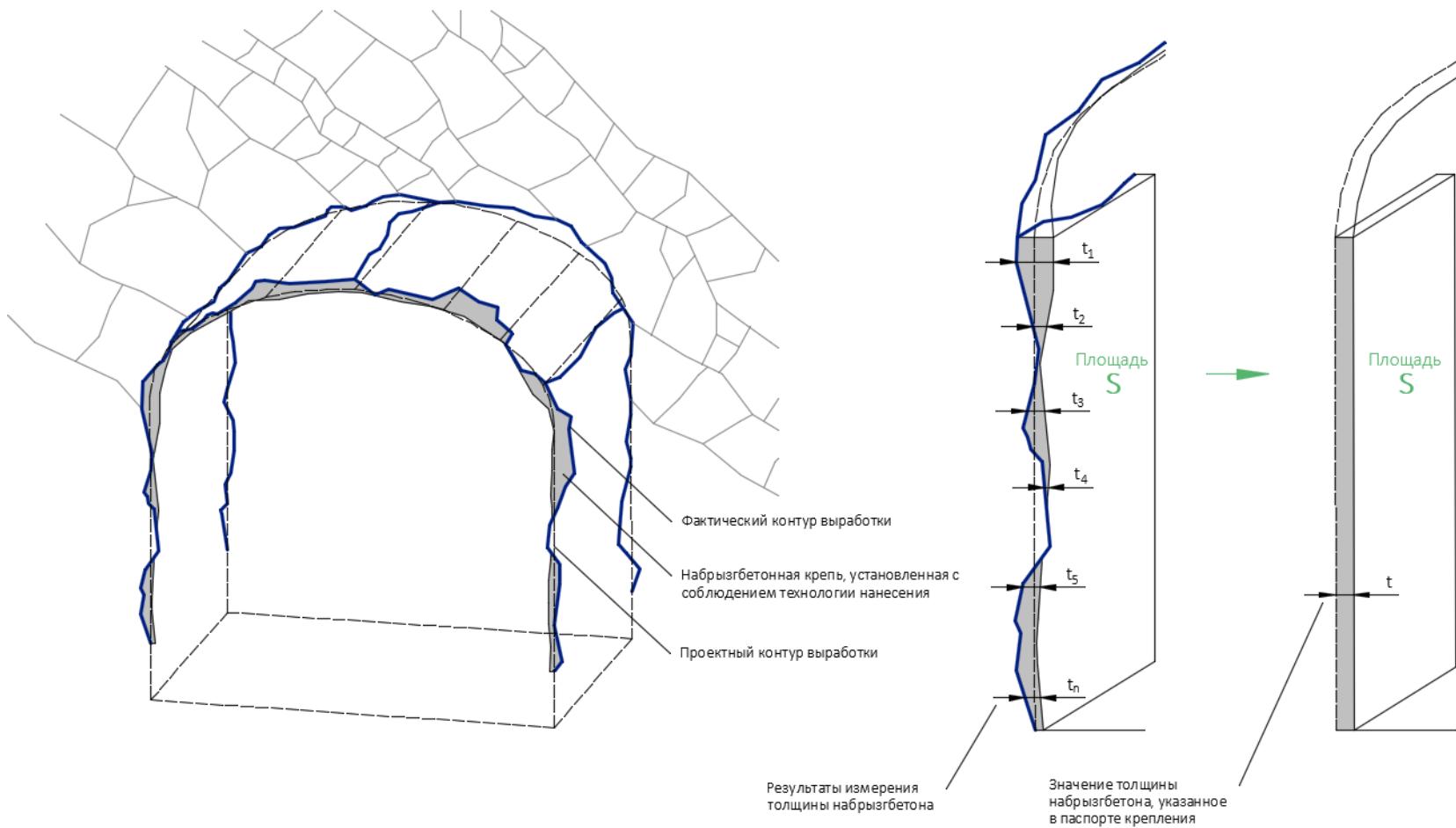


Рисунок 6.4 – Понятие паспортной толщины набрызгбетона

#### **6.4.2.2 Контроль прочности набрызгбетона (торкретбетона)**

Инструментальный контроль фактических прочностных характеристик набрызгбетонной (торкретбетонной) крепи проводить в возрасте 28 суток одним из методов:

1) Отбором проб непосредственно при торкретировании для испытаний в лаборатории, имеющей соответствующий персонал и оборудование (заключение о состоянии измерений или аккредитацию) по ГОСТ 10180-2012:

- при применении готовой сухой смеси – не реже одного раза в квартал;
- при применении смеси, изготавливаемой на руднике – не реже одного раза в месяц.

Количество образцов для испытаний – не менее 6 шт;

2) Ультразвуковым методом прибором типа Пульсар 2.2 или УКС-МГ4 по ГОСТ 17624-2021: одна серия замеров на участке выработки 3 пог. м. Серия замеров производится поэтапно в определенном ПК интервале не реже одного раза на 15 пог. м выработки. Замеры проводить в характерных точках по всему периметру выработки.

Количество замеров в серии определяется согласно инструкции к прибору с учетом допустимого отклонения среднего значения инструментальных измерений.

#### **6.4.2.3 Контроль сцепления набрызгбетона (торкретбетона)**

Сцепление набрызгбетона (торкретбетона) с поверхностью выработки определяется методом полевой оценки: простукивания покрытия геологическим молотком. При наличии недостаточной адгезии, набрызгбетон (торкретбетон) при ударе издает характерный глухой бунящий звук.

Сцепление набрызгбетонной (торкретбетонной) крепи подлежит полевой оценке по всей длине в определенном ПК интервале.

#### **6.4.2.4 Контроль отскока (потерь) набрызгбетона (торкретбетона)**

Величину отскока (потерь) набрызгбетона (торкретбетона) определять опытным торкретированием на месте производства работ как соотношение объема смеси, отскочившей от поверхности при нанесении, к общему объему использованной сухой смеси.

Величина отскока (потерь) набрызгбетонной (торкретбетонной) крепи подлежит инструментальному определению не реже одного раза в полгода.

Требования к контролю качества набрызгбетонной (торкретбетонной) крепи по указанным параметрам приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Требования к контролю качества набрызгбетонной (торкретбетонной) крепи

Контролируемый параметр	Приборы для проведения испытаний	Периодичность и количество испытаний	Показатель качества	Меры при установлении несоответствия качества
Толщина	Ручной перфоратор и металлическая линейка; визуальный контроль укрытия затяжки	Серия из 11 измерений на интервале 1 пог. м. на каждые 15 пог. м. выработки. Расстояние между точками измерений – 0,5 м.	Укрытие армокаркаса или сетки – слой покрытия, полностью покрывающий проволоку (арматуру) затяжки без существенного защитного слоя, при этом визуально может быть заметен контур и очертание затяжки армокаркаса или сетки.	Начальник производственного участка организует доведение толщины набрызгбетона (торкретбетона) до паспортного значения или до укрытия затяжки
Прочность (с отбором проб)	Испытания в лаборатории по ГОСТ 10180-2012	При применении готовой сухой смеси – не реже одного раза в квартал;  При применении смеси, изготавливаемой на руднике – не реже одного раза в месяц.  Количество образцов для испытаний – не менее 6 шт.	Прочность на одноосное сжатие в возрасте 28 суток не менее 30 МПа (класс бетона В22,5)	При систематическом недоборе прочности: начальник производственного участка выявляет причины несоответствия, а главный инженер рудника определяет мероприятия по их устранению
Прочность (методом неразрушающего контроля)	Прибор типа УКС-МГ4 по ГОСТ 17624-2021	Серия замеров производится поэтапно в определенном ПК интервале не реже одного раза на 15 пог. м выработки.  Замеры проводить в характерных точках по всему периметру выработки (по бокам и кровле)		
Сцепление с поверхностью горной выработки	Геологический молоток	По всей длине выработки	При простукивании геологическим молотком издается глухой звук без признаков наличия пустот под набрызгбетоном (торкретбетоном)	При систематической неудовлетворительной адгезии: начальник производственного участка выявляет причины несоответствия, а главный инженер рудника определяет мероприятия по их устранению
Отскок (потери) при нанесении	Пленка, мерная емкость	Не реже одного раза в полгода на участке выработки не менее 2,0 пог. м	$k_{\text{отск.}} = \frac{V_{\text{отск.}}}{V} < 10 \% \text{ (20 \%)} \\ \text{где } k_{\text{отск.}} - \text{величина отскока (потерь);} \\ V_{\text{отск.}} - \text{объем отскока при нанесении;} \\ V - \text{общий объем использованной смеси}$	Начальник производственного участка организует обучение и поддерживает обмен опытом между рабочим персоналом по технологии торкретирования

## **7 Охрана и ремонт крепи**

### **7.1 Охрана горных выработок**

Под охраной горных выработок следует понимать комплекс специальных мероприятий, направленных на повышение устойчивости породных обнажений и крепи, обеспечивающих безопасные условия проведения и эксплуатации выработок в течение всего срока их службы.

Мероприятия по охране выработок осуществляют до их проведения, в период проведения и во время эксплуатации:

- 1) Мероприятия по охране до проведения выработки заключаются в определении рационального места размещения и положения выработки с учетом прогнозных тектонических нарушений;
- 2) Мероприятия во время проведения выработок заключаются в применении параметров крепления согласно выявленного класса устойчивости с изменением длины уходки в зависимости от прогнозных деформаций обнажения;
- 3) Мероприятия по охране выработок во время эксплуатации заключаются в систематическом мониторинге за состоянием выработки и крепи и, при необходимости – ее ремонте.

### **7.2 Ремонт крепи**

Ремонт крепи выполняется по результатам мониторинга горных выработок и в соответствии с графиком перекрепления.

В зависимости от степени нарушенности крепи, породных обнажений, характера и объема работ различают следующие виды ремонта крепи.

- 1) Текущий (частичный) ремонт, заключающийся в устраниении достаточно мелких неисправностей (замена «обыгранных» анкеров или отдельных рам, выпуск отслоений породы из-под сетки и пр.). При выполнении указанных работ предполагается отсутствие опасных нарушений породных обнажений;
- 2) Средний ремонт, заключающийся в замене крепи на отдельных участках выработки, усилении крепи путем установки дополнительных анкеров или промежуточных рам, замене межрамных ограждений или затяжек с выпуском отслоившейся породы. Данный вид ремонта выполняется для устранения или предупреждения опасных нарушений породных обнажений;
- 3) Капитальный ремонт, заключающийся в сплошной замене крепи (перекреплении) на отдельных участках выработки, проведение работ с выпуском породы из кровли или бортов выработки, расширение выработки до проектных размеров и пр.

На все виды ремонта выработок, кроме текущего, который выполняется в рабочие смены без остановки выработки, разрабатывается паспорт крепления на ремонт, который утверждается главным инженером подземного рудника.

Графическая часть паспорта на ремонт крепления должна содержать:

- сечение и разрез проектной выработки с указанием основных размеров и особенностей применяемой крепи;
- необходимые виды (сечения, разрезы) характера нарушения крепи, породных обнажений с размерами смещений и прогибов крепи, трещин, вывалов и т.п.;
- усиление отдельных элементов ремонтируемого участка и смежных с ним.

В пояснительной записке указываются и описываются:

- причины, вызвавшие нарушения крепи;
- виды нарушений, подлежащие ремонту;
- расчет количества крепежного материала;
- организация труда и рабочего места;
- меры безопасности.

Паспорт ремонта крепления хранить совместно с первоначальным паспортом крепления для данной выработки.

При ликвидации аварий, связанных с вывалами большого объема пород, составляется проект организации работ на ремонт участка выработки.

## **8 Обязанности и ответственность работников**

При ведении горных работ на руднике с соответствующей разработкой паспортов крепления проводимых горных выработок, все ответственные инженерно-технические работники имеют перечень обязанностей.

Главный инженер рудника:

- разрабатывает и утверждает годовые и месячные планы горных работ и работ по проведению и креплению горных выработок;
- распределяет действующие выработки и выработки, находящиеся в проходке, для системного мониторинга между производственными участками;
- утверждает паспорта крепления горных выработок;
- обеспечивает общий контроль за соблюдением паспортов крепления, технологии работ по возведению крепи, ее качества, техники безопасности при ведении работ;
- устанавливает порядок и периодичность осмотров выработок с назначением ответственного лица технического надзора;
- организует осмотр для оценки состояния действующих и находящихся в проходке выработок; при необходимости производит остановку работ в выработке.
- утверждает по результатам осмотра графики выполнения работ по перекреплению выработок.

Участковый маркшайдер:

- обеспечивает маркшайдерское обслуживание работ по возведению крепи;
- ведет учет выполненных объемов крепления.

Главный геолог (участковый геолог):

- до начала проходки указывает в паспорте крепления выработки геологическую характеристику массива;
- по мере проведения выработки уточняет геологическую характеристику массива и, в случае несовпадения фактической и прогнозной оценок класса устойчивости, вносит соответствующие изменения в паспорт крепления выработки с уведомлением начальника участка;
- фиксирует в журнале геологических указаний каждое ухудшение горно-геологических условий, приводящее к изменению категории устойчивости пород (руд) и паспорта крепления.

Главный геомеханик (геомеханик):

- проводит системный мониторинг состояния горных выработок и испытания крепи.

**Начальник участка (заместитель начальника участка):**

- составляет паспорт крепления выработки; определяет необходимость ее крепления на период проходки и эксплуатации;
- знакомит под роспись рабочих участка с утвержденным главным инженером рудника паспортом крепления выработки до начала работ, а также при изменениях условий ее поддержания при проходке и эксплуатации;
- организует необходимые силы и средства для выполнения работ по креплению; контролирует технологию и качество возведения крепи;
- обеспечивает в случае обнаружения нарушений крепления их устранение; при необходимости производит остановку работ в выработке.

**Горный мастер:**

- организует непосредственную работу по возведению крепи в соответствии с утвержденным паспортом крепления;
- осуществляет прямой контроль за соблюдением технологии и качества возведения крепи;
- ежесменно производит осмотр всех закрепленных за участком проводимых выработок и состояния их крепи. В случае обнаружения нарушений крепления, принимает меры по их устраниению; при необходимости производит остановку работ в выработке. Если ремонт крепи не может быть выполнен в течение смены, сообщает начальнику участка (заместителю начальника участка).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Октябрьскому медно-колчеданному месторождению характерен ряд определяющих факторов, оказывающих влияние на устойчивость вмещающих пород: действие гидротермальных изменений массива и характер наслоения вулканогенного материала. Устойчивость рудного массива зависит от режима и характера накопления рудной толщи; породного массива – от степени воздействия гидротермальных растворов на изверженные породы (андезиты, дациты) и туфы.

Шахтное поле месторождения по разработанной номограмме разделено на шесть геологических классов устойчивости, где четыре класса соответствуют вмещающим породам и два рудной толще:

- геологический класс «1» соответствует массиву любых изверженных горных пород (туфы, дациты, андезиты или базальты), незатронутых гидротермальными процессами;
- геологический класс «2» представлен слабо измененными горными породами;
- геологический класс «3» представлен измененными горными породами;
- геологический класс «4» представлен полностью измененным горными породами;
- геологический класс «5» представлен чередующимися тонкими слоями раздавленной трещиноватой руды и измененными породами состоящей из чешуйчатых мягких минералов с минерализацией;
- геологический класс «6» представлен сплошным массивом медной руды с невыраженной слоистостью и редкими тектоническими нарушениями по простиранию.

Общая устойчивость горного массива зависит от свойств геологической среды, в которой ведется процесс проходки выработок, а также от ряда технологических факторов:

- технологический фактор «А» – условия сейсмического воздействия от ведения взрывных работ;
- технологический фактор «Б» – условия близкого расположения горных выработок с концентрацией горного давления в целиках;
- технологический фактор «В» – условия вторичного дробления негабаритов в дучках.

Каждому классу устойчивости соответствует определенная схема деформации проводимой горной выработки:

- класс устойчивости «1»: разуплотнение и отслоение набора связанных мелких фрагментов пород;
- класс устойчивости «2»: резкое смещение крупных блоков в горную выработку с обрывом анкеров и сетки;

- класс устойчивости «3»: раздавливание породных блоков, оголение анкеров, разрыв сетки;
- классы устойчивости «4» и «5»: раздавливание выработки, изгиб рам, срыв замков податливости;
- класс устойчивости «6»: растрескивание руды и ее отслоения в выработку, зависание рудных блоков на анкерах.

Схемы крепления горных выработок допускают использование определенного набора крепежных материалов, наиболее эффективно работающих в условиях каждого из определенных классов устойчивости:

- классы устойчивости «1» и «6» – анкерная крепь;
- классы устойчивости «2» и «3» – анкерная комбинированная крепь (анкеры с сеткой) или усиленная комбинированная крепь (анкеры с металлической сеткой или армокаркасами и набрызгбетоном) – для горно-капитальных выработок;
- класс устойчивости «4» и «5» – рамная металлическая крепь.

Параметры крепи определяются сечением выработки, ее назначением, техническими параметрами применяемого оборудования и принятыми технологическими схемами возведения крепи.

Для накопления статистического материала, совершенствования и увеличения эффективности применяемых крепей, предусматривается системный мониторинг за массивом и устойчивостью горных выработок. Только накопленный опыт инженерно-технического персонала и данные мониторинга могут служить основанием для дальнейшего развития «Положения...», наиболее полно отвечающего горно-геологическим условиям Октябрьского месторождения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] ФНиП "Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых". Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 08.12.2020 № 505.
- [2] Руководство по выбору типа и параметров крепления выработок Октябрьского подземного рудника АО «Бурибаевский ГОК», Екатеринбург: ОАО "Уралмеханобр", 2017.
- [3] Инструкция по креплению и поддержанию капитальных, подготовительных, нарезных и разведочных выработок Октябрьского подземного рудника АО «Бурибаевский ГОК», Екатеринбург: ОАО "Уралмеханобр", 2017.
- [4] Руководство по применению типовых сечений горных выработок для рудников цветной металлургии СССР, Москва: МЦМ СССР, 1987.
- [5] З. Т. Беняевски, Управление горным давлением, Москва: Мир, 1990.
- [6] E. Hoek, Practical rock engineering, Balkema, 2000.
- [7] СП 102.13330.2012 Туннели гидротехнические. Актуализированная редакция СНиП 2.06.09-84.
- [8] В. К. Шехурдин, Задачник по горным работам, проведению и креплению горных выработок, Москва: Недра, 1985.
- [9] В. К. Шехурдин, Проведение подземных горных выработок, Москва: Недра, 1991.
- [10] Инструкция по выбору рамных податливых крепей горных выработок, Санкт-Петербург: ВНИМИ, 1991.
- [11] Руководство по проектированию подземных горных выработок и расчёту крепи., Москва: Стройиздат, 1983.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Расчет крепления горных выработок

#### **A.1 Расчет крепления горных выработок**

##### **A.1.1 Расчет глубины области деформации**

Каждому классу устойчивости горного массива соответствует определенная деформационная модель с различными механизмами деформаций и разрушений. Глубина такой области деформаций характеризуется шириной выработки и структурой массива с учетом технологических факторов:

$$b = B \cdot k_o \quad (\text{A.1})$$

где  $b$  – глубина области деформаций, м;

$k_o$  – коэффициент развития деформаций, определенная натурными наблюдениями на Октябрьском месторождении (Таблица А.1).

Таблица А.1 – Коэффициент развития деформаций

Класс устойчивости массива	Структура массива	Коэффициент развития деформаций
<b>Первый класс.</b> Очень прочный, крупноблочный, угловатый массив. Поверхность трещин цепкая, с редким заполнителем.		0,1
<b>Второй класс.</b> Прочный, крупноблочный массив с закругленными гранями. Поверхность трещин гладкая, скользкая, с глинистым заполнителем.		0,2
<b>Третий класс.</b> Непрочный, мелкоблочный, микротрещиноватый, перемятый массив. Крупные разломы и трещины с глинистым чешуйчатым материалом.		0,3
<b>Четвертый класс.</b> Чередование вязких, тонкослоистых мягких пород с непрочными разрыхленными блоками.		0,4
<b>Пятый класс.</b> Чередование тонких прослоев сильно трещиноватой руды и глинистого материала с минерализацией. При обводнении массив набухает и переходит в ползучее состояние		0,5
<b>Шестой класс.</b> Прочный, слоистый массив руды с поперечными трещинами. Присутствуют редкие прослои глинистого материала.		0,2

## A.1.2 Расчет параметров анкерной крепи

Интенсивность нагрузки на крепь со стороны кровли ( $\text{kH/m}^2$ ):

$$q = b \cdot \gamma \quad (\text{A.2})$$

где:  $\gamma$  – объемный вес породы (руды),  $\text{kH/m}^3$

Расчет анкерной крепи производится по схеме, когда анкеры скрепляют различно деформированные зоны, слои или структурные блоки приконтурного массива, формируя упрочненную зону в виде балки или арки. Длина анкера  $L_{\text{анк}}$  при глубине области деформаций  $b$  назначается:

- при  $b > 2,2$  м длина анкера принимается 2,5 м;
- при  $b = 2,0 \div 2,2$  м длина анкера принимается 2,2 м;
- при  $b = 1,8 \div 2,0$  м длина анкера принимается 2,0 м;
- при  $b = 1,6 \div 1,8$  м длина анкера принимается 1,8 м;
- при  $b < 1,6$  м длина анкера принимается 1,6 м.

В зависимости от принятой длины анкера, может быть две схемы вовлечения приконтурного массива в работу (Рисунок А.1): схема «подвешивания» балки (анкеры прикрепляют породу, расположенную в пределах области развития деформаций, к устойчивой зоне за ее пределами и рассчитываются на восприятие нагрузок, вызванных весом пород в пределах всей такой области); схема «сшивания» (анкеры скрепляют различно деформированные зоны, слои или структурные блоки породного массива в области деформаций на длину стержня анкера, формируя упрочненную зону в виде арки и способную воспринять давление оставшейся области деформации).

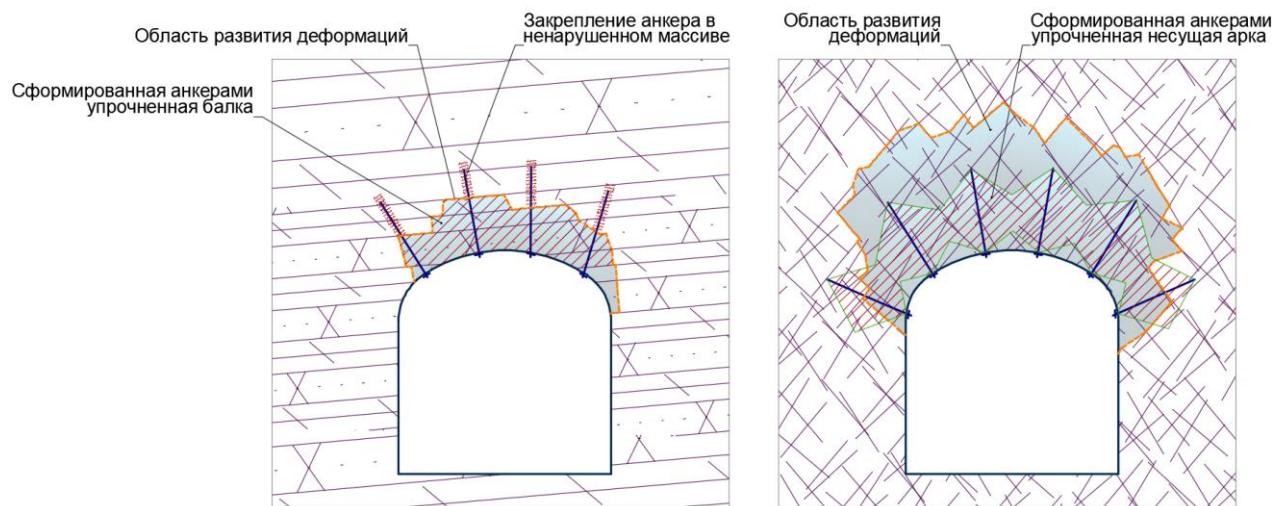


Рисунок А.1 – Принцип формирования упрочненной зоны

Принятые длины анкеров проверяются по техническим возможностям их установки в габаритах сечения выработки.

Предельное расстояние (м) между анкерами в кровле при расположении их по квадратной сетке устанавливается по несущей способности анкера [5]:

$$a^k = \sqrt{\frac{P}{\gamma \cdot b}} / 1.3 \quad (A.3)$$

где:  $\gamma$  – объемный вес пород, кН/м<sup>3</sup>;  
 $P$  – несущая способность анкера, кН;  
1,3 – коэффициент безопасности конструкции крепи.

Значениями несущей способности анкерной крепи приняты:  
- для фрикционных анкеров (ФА) – 50 кН;  
- для анкеров с закреплением минеральными составами на цементном вяжущем (ЖБШ) – 80 кН;  
- для анкеров с химическим закреплением ампульным методом (СПА) – 100 кН.

После расчета параметров крепления следует выполнить проверку по условию формирования необходимой по мощности упрочненной зоны (Рисунок А.2) [6]: отношение длины анкера к шагу анкерования должно составлять не менее двух, т.е.  $L_{анк.} / a^k \geq 2,0$ . Для сопряжений выработок или условий, когда имеется сейсмическое воздействие, отношение следует увеличить до 2,3 ÷ 2,6.

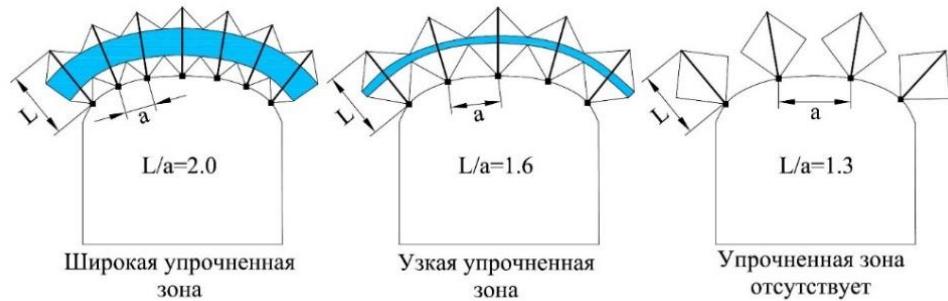


Рисунок А.2 – Принцип формирования упрочненной зоны

Дополнительно, если анкерное крепление работает по схеме «сшивания» (Рисунок А.1), то также требуется проверка по условию образования необходимой несущей способности: общая несущая способность крепи должна быть больше удельного давления пород свода:  $P_{kp} \geq P_y$ .

Несущая способность (сопротивление) анкеров (кН/м<sup>2</sup>)  $P_{kp}$ :

$$P_{kp} = \frac{n \cdot P}{a^k \cdot B} \quad (A.4)$$

где  $P$  – принимаемая несущая способность анкера, кН;  
 $n$  – количество анкеров в ряду по кровле, шт.;  
 $B$  – ширина выработки, м;  
 $a^k$  – принятое расстояние между анкерами, м

Удельное давление пород свода  $P_y$  принимается равным интенсивности нагрузки на крепь (кН/м<sup>2</sup>) со стороны кровли  $q$  и рассчитываемой по формуле:

$$P_y = b \cdot \rho \cdot g \quad (A.5)$$

где:  $b$  – глубина области деформаций, м;  
 $\rho$  – плотность породы на контуре выработки т/м<sup>3</sup>;

$g$  – ускорение свободного падения (ускорение силы тяжести) 9,8 м/с<sup>2</sup>.

Если данные условия не выполняются, следует изменить сетку анкерования, использовать анкеры с большей несущей способностью, применять двухуровневое крепление: первый уровень – базовое анкерное крепление, второй – тросовое анкерное крепление (анкеры глубокого заложения) с соответствующим расчетом; либо использовать иной тип крепления (например, рамную металлическую).

Для составления паспорта крепления сетка анкерования устанавливается графическим методом в следующем порядке:

1) Рассчитывается количество анкеров, устанавливаемых в кровле по формуле:

$$n_k = \frac{1,33 \cdot B}{a^k} \quad (A.6)$$

где: 1,33 – коэффициент длины свода (при коробовом своде высотой 1/3 от ширины выработки), м;

$B$  – ширина выработки в проходке, м;

$a^k$  – принятое расстояние между анкерами, м

2) Полученное количество анкеров графическим способом распределяется по кровле выработки, для этого рассматриваются два возможных варианта:

а) установка анкеров в кровле от оси выработки (Рисунок А.3 а);

б) установка анкеров в кровле с разбежкой шага анкерования по оси выработки на величину  $1/2 \cdot a^k$ , где  $a^k$  – принятое расстояние между анкерами, м (Рисунок А.3 б).

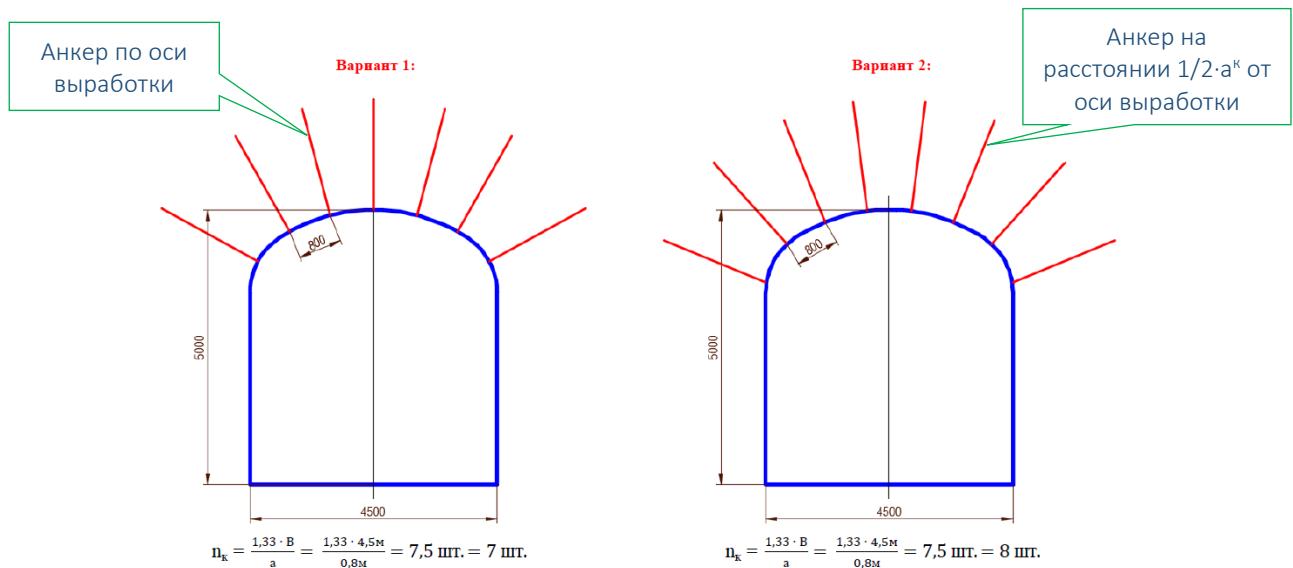


Рисунок А.3 – Определение сетки анкерования:

- а – установка анкера по оси выработки;  
б – установка анкера с разбежкой относительно оси выработки

3) В массиве третьего класса устойчивости дополнительно предусматриваются к установке анкеры в боках выработки. Нижний ряд штанг устанавливается на расстоянии от почвы около 1/2 высоты борта.

Расчет затяжки (стальной сетки) в составе анкерной комбинированной крепи выполняется по величине нагрузки от локального вывала, равного объему возможного отслоения между анкерами, которая представляет собой объем правильной четырехугольной пирамиды, в основании которой лежит квадрат, равный принятой сетке анкерования, а грани пирамиды являются равнобедренными треугольниками. На сетку, заключенную между четырьмя анкерами, действует сосредоточенная сила от структурных блоков, находящихся вне некоторой области, примерно соответствующей упрочненной анкерами зоне и стремящихся под действием силы тяжести продавить и разорвать прутки сетки.

Максимальное растягивающее усилие (МН/м) возникает в местах закрепления сетки и определяется по формуле:

$$T_{\max} = \frac{0,125 \cdot q_b \cdot a^2}{f_{\max}} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{4 \cdot f_{\max}}{a}\right)^2} \quad (\text{A.7})$$

где  $q_b$  – расчетная нагрузка на сетку от возможного отслоения породы, кН/м;  
 $f_{\max}$  – максимально допустимое провисание сетки под нагрузкой от отслоившейся породы – принимается равным 0,1 м;  
 $a$  – сетка анкерования, м

Несущая способность стальной сетки и подбор ее диаметра проверяется по выражению:

$$\frac{T_{\max} \cdot t_c}{S_{\text{пр}}} \leq R_c \quad (\text{A.8})$$

где  $S_{\text{пр}}$  – площадь прутка стальной сетки,  $\text{м}^2$ ;  
 $t_c$  – размер ячейки стальной сетки, м;  
 $R_c$  – расчетное сопротивление растяжению стали сетки, МПа. Для проволочной сетки принимается равным 410 МПа, для арматуры – 350 МПа.

### A.1.3 Расчет параметров набрызгбетонной крепи

Расчет толщины набрызгбетонной (торкретбетонной) крепи (м) выполняется исходя из величины возможного локального вывала, представленного в виде сосредоточенной нагрузки, которая служит продавливающей силой бетонного покрытия [7], [8]:

$$\delta = 0,35 \cdot a \sqrt{\frac{q}{m \cdot R_{bt}}} \quad (\text{A.9})$$

где  $a$  – сетка анкерования, м;  
 $q$  – величина нагрузки на крепь со стороны кровли, кН/м<sup>2</sup>;  
 $R_{bt}$  – расчетное сопротивление набрызгбетона на осевое растяжение, принимаемое равным. Принимается равным 1,0 МПа для бетона без армирования и 1,2 МПа для бетона с армированием (сетка или армокаркас);

$m$  – коэффициент надежности по нагрузке на бетонное покрытие, принимаемый равным 1,00 для армированного бетона (сетка или армокаркас) и 0,85 для неармированного.

#### A.1.4 Расчет металлической рамной податливой крепи

Определение необходимого шага установки рам крепи выполняется в следующей последовательности [8], [9]:

1) Нагрузка на крепь выработки (кН) определяется по формуле:

$$Q = B \cdot q \quad (\text{A.10})$$

где  $B$  – ширина выработки, м;

$q$  – интенсивность нагрузки со стороны кровли на крепь,  $\text{kH/m}^2$ .

2) Расстояние между рамами крепи (м) определяется по формуле:

$$L_p = \frac{P}{n_p \cdot Q} \quad (\text{A.11})$$

где  $P$  – паспортная или расчетная несущая способность одной рамы крепи, кН;

$n_p = 1,2$  – коэффициент перегрузки рамы.

Расчетную несущую способность рамы крепи принимать по паспорту крепи завода-производителя, либо согласно рекомендаций ВНИМИ и ДонУГИ (Таблица А.2).

Паспортную плотность установки рам крепи принимать по ближайшему значению [10]: 0,8; 1,0; 1,1; 1,25; 1,33; 1,43; 1,67; 2,0; 2,25; 2,5; 2,67; 3,0 и 4,0. Предельной плотностью установки рам крепи следует считать три рамы на один погонный метр выработки.

Таблица А.2 – Несущая способность одной рамы арочной крепи

Номер профиля СВП	При работе крепи в податливом режиме, кН	При работе крепи в жестком режиме (после исчерпания податливости), кН
17	140 ÷ 150	300
19	160 ÷ 170	330
22	180 ÷ 190	330
27	200 ÷ 220	400
33	230 ÷ 250	500

Спецпрофиль рам крепи следует выбирать исходя из размеров выработок [11]:

- для выработок шириной до 3,3 м – СВП 17, СВП 19;
- для выработок шириной до 4,2 м – СВП 22;
- для выработок шириной свыше 4,2 м – СВП 27, СВП 33.

В соответствии с указанным расчетом получены сводные таблицы параметров крепления выработок и их сопряжений для рассматриваемых классов устойчивости Октябрьского месторождения (Таблица А.3, Таблица А.4). Результаты являются расчетными значениями, учет влияния технологических факторов, применяемого оборудования и технологии установки крепи выполнен в типовых паспортах крепления.

Таблица А.3 – Параметры крепи горных выработок для условий Октябрьского месторождения

Выработка	Сечение выработки, м <sup>2</sup>	Ширина выработки, м	Глубина развития деформаций	Расчетная нагрузка на крепь, кН/м <sup>2</sup> (кПа)	Расчетная длина анкера, м	Принимаемая длина анкера, м	Принимаемый шаг анкерования, м	Условие образования упрочненной арки	Предельная расчетная сетка анкерования СПА, м	условие	Предельная расчетная сетка анкерования ЖБШ, м	условие	Коэффициент обеспеченности условия несущей способности крепи к удельному давлению пород свода			Растягивающее усилие стальной сетки, МН/м	Диаметр прутков сетки, мм	Ячейка сетки, мм	Условие несущей способности стальной сетки	Сопротивление бетона В22,5 на растяжение R <sub>bi</sub> , МПа	Толщина набрызгбетона, мм	Нагрузка на крепь выработки, кН/м	Несущая способность рамы СВП, кН	Расстояние между рамами крепи, м	Расстояние между рамами крепи, м																		
													анкеры СПА:	условие	анкеры ЖБШ:	условие	анкеры ФА:	условие																									
<b>Класс устойчивости</b>				<b>Коэф. развития деформаций</b>					<b>Объемная плотность породы, т/м<sup>3</sup></b>					<b>Несущая способность СПА, кН</b>					<b>Несущая способность ЖБШ, кН</b>					<b>Несущая способность ФА, кН</b>																			
<b>1</b>				<b>0,1</b>					<b>2,70</b>					<b>100</b>					<b>80</b>					<b>50</b>																			
Откаточные	10,6	3,30	0,33	8,7	1,60	1,60	0,8	2,0	2,6	+	2,3	+	1,9	+	26,0	+	20,8	+	13,0	+																							
Скреперные	5,0	2,15	0,22	5,7	1,60	1,60	0,8	2,0	3,2	+	2,9	+	2,3	+	51,1	+	40,9	+	25,5	+																							
Ниши, сбойки	4,0	2,15	0,22	5,7	1,60	1,60	0,8	2,0	3,2	+	2,9	+	2,3	+	51,1	+	40,9	+	25,5	+																							
Разведочные	6,8	2,70	0,27	7,1	1,60	1,60	0,8	2,0	2,9	+	2,6	+	2,0	+	32,4	+	25,9	+	16,2	+																							
Камера ЛС	12,1	4,25	0,43	11,2	1,60	1,60	0,8	2,0	2,3	+	2,1	+	1,6	+	20,9	+	16,7	+	10,5	+																							
Буровые	9,0	3,00	0,30	7,9	1,60	1,60	0,8	2,0	2,7	+	2,5	+	1,9	+	31,5	+	25,2	+	15,7	+																							
Отрезная	12,0	4,00	0,40	10,6	1,60	1,60	0,8	2,0	2,4	+	2,1	+	1,7	+	23,6	+	18,9	+	11,8	+																							
<b>Класс устойчивости</b>				<b>Коэф. развития деформаций</b>					<b>Объемная плотность породы, т/м<sup>3</sup></b>					<b>Несущая способность СПА, кН</b>					<b>Несущая способность ЖБШ, кН</b>					<b>Несущая способность ФА, кН</b>																			
<b>2</b>				<b>0,2</b>					<b>2,70</b>					<b>100</b>					<b>80</b>					<b>50</b>																			
Откаточные	10,6	3,30	0,66	17,5	1,60	1,60	0,8	2,0	1,9	+	1,7	+	1,3	+	13,0	+	10,4	+	6,5	+	0,024	4	100	+	1,20	40																	
Скреперные	5,0	2,15	0,43	11,4	1,60	1,60	0,8	2,0	2,3	+	2,1	+	1,6	+	25,5	+	20,4	+	12,8	+	0,024	4	100	+																			
Ниши, сбойки	4,0	2,15	0,43	11,4	1,60	1,60	0,8	2,0	2,3	+	2,1	+	1,6	+	25,5	+	20,4	+	12,8	+	0,024	4	100	+																			
Разведочные	6,8	2,70	0,54	14,3	1,60	1,60	0,8	2,0	2,0	+	1,8	+	1,4	+	16,2	+	13,0	+	8,1	+	0,024	4	100	+																			
Камера ЛС	12,1	4,25	0,85	22,5	1,60	1,60	0,8	2,0	1,6	+	1,5	+	1,2	+	10,5	+	8,4	+	5,2	+	0,024	4	100	+																			
Буровые	9,0	3,00	0,60	15,9	1,60	1,60	0,8	2,0	1,9	+	1,7	+	1,4	+	15,7	+	12,6	+	7,9	+	0,024	4	100	+																			
Отрезная	12,0	4,00	0,80	21,2	1,60	1,60	0,8	2,0	1,7	+	1,5	+	1,2	+	11,8	+	9,4	+	5,9	+	0,024	4	100	+																			
<b>Класс устойчивости</b>				<b>Коэф. развития деформаций</b>					<b>Объемная плотность породы, т/м<sup>3</sup></b>					<b>Несущая способность СПА, кН</b>					<b>Несущая способность ЖБШ, кН</b>					<b>Несущая способность ФА, кН</b>																			
<b>3</b>				<b>0,3</b>					<b>2,70</b>					<b>100</b>					<b>80</b>					<b>50</b>																			
Откаточные	10,6	3,30	0,99	26,2	1,60	1,60	0,7	2,3	1,5	+	1,4	+	1,1	+	11,6	+	9,3	+	5,8	+	0,019	4	100	+	1,20	40																	
Скреперные	5,0	2,15	0,65	17,1	1,60	1,60	0,7	2,3	1,9	+	1,7	+	1,3	+	19,5	+	15,6	+	9,7	+	0,019																						
Ниши, сбойки	4,0	2,15	0,65	17,1	1,60	1,60	0,7	2,3	1,9	+	1,7	+	1,3	+	19,5	+	15,6	+	9,7	+	0,019																						
Разведочные	6,8	2,70	0,81	21,4	1,60	1,60	0,7	2,3	1,7	+	1,5	+	1,2	+	14,8	+	11,8	+	7,4	+	0,019																						
Камера ЛС	12,1	4,25	1,28	33,7	1,60	1,60	0,7	2,3	1,3	+	1,2	+	0,9	+	9,0	+	7,2	+	4,5	+	0,019																						
Буровые	9,0	3,00	0,9																																								

Выработка	Сечение выработки, м <sup>2</sup>	Ширина выработки, м	Глубина развития деформаций	Расчетная нагрузка на крепь, кН/м <sup>2</sup> (кПа)	Расчетная длина анкера, м	Принимаемая длина анкера, м	Принимаемый шаг анкерования, м	Условие образования упрочненной арки	Предельная расчетная сетка анкерования ЖБШ, м	условие	Предельная расчетная сетка анкерования СПА, м	условие	Коэффициент обеспеченности условия несущей способности крепи к удельному давлению пород свода	Растягивающее усилие стальной сетки, МН/м	Диаметр прутков сетки, мм	Ячейка сетки, мм	Условие несущей способности стальной сетки	Сопротивление бетона В22,5 на растяжение R <sub>b1</sub> , МПа	Толщина набрызгбетона, мм	Нагрузка на крепь выработки, кН/м	Несущая способность рамы СВП, кН	Расстояние между рамами крепи, м	Расстояние между рамами крепи, м		
	Класс устойчивости	Коэф. развития деформаций	Объемная плотность породы, т/м <sup>3</sup>	Несущая способность СПА, кН	Несущая способность ЖБШ, кН	Несущая способность ФА, кН																			
	4	0,4	2,70	100	80	50																			
Откаточные	10,6	3,30	1,32	34,9																	115,3	300	2,17	1,00	
Скреперные	5,0	2,15	0,86	22,8																	48,9	300	5,11	1,00	
Ниши, сбойки	4,0	2,15	0,86	22,8																	48,9	300	5,11	1,00	
Разведочные	6,8	2,70	1,08	28,6																	77,2	300	3,24	1,00	
Камера ЛС	12,1	4,25	1,70	45,0																	191,2	300	1,31	1,00	
Буровые	9,0	3,00	1,20	31,8																	95,3	300	2,62	1,00	
Отрезная	12,0	4,00	1,60	42,3																	169,3	300	1,48	1,00	
	5	0,5	4,20	100	80	50																			
Откаточные	10,6	3,30	1,65	67,9																	224,1	300	1,12	1,00	
Скреперные	5,0	2,15	1,08	44,2																	95,1	300	2,63	1,00	
Ниши, сбойки	4,0	2,15	1,08	44,2																	95,1	300	2,63	1,00	
Разведочные	6,8	2,70	1,35	55,6																	150,0	300	1,67	1,00	
Камера ЛС	12,1	4,25	2,13	87,5																	371,7	300	0,67	0,50	
Буровые	9,0	3,00	1,50	61,7																	95,3	300	2,62	1,00	
Отрезная	12,0	4,00	2,00	82,3																	169,3	300	1,48	1,00	
	6	0,2	4,20	100	80	50																			
Откаточные	10,6	3,30	0,66	27,2	1,60	1,60	0,8	2,0	1,5	+	1,3	+	1,1	+	8,4	+	6,7	+	4,2	+					
Скреперные	5,0	2,15	0,43	17,7	1,60	1,60	0,8	2,0	1,8	+	1,6	+	1,3	+	16,4	+	13,1	+	8,2	+					
Ниши, сбойки	4,0	2,15	0,43	17,7	1,60	1,60	0,8	2,0	1,8	+	1,6	+	1,3	+	16,4	+	13,1	+	8,2	+					
Разведочные	6,8	2,70	0,54	22,2	1,60	1,60	0,8	2,0	1,6	+	1,5	+	1,2	+	10,4	+	8,3	+	5,2	+					
Камера ЛС	12,1	4,25	0,85	35,0	1,60	1,60	0,8	2,0	1,3	+	1,2	+	0,9	+	6,7	+	5,4	+	3,4	+					
Буровые	9,0	3,00	0,60	24,7	1,60	1,60	0,8	2,0	1,6	+	1,4	+	1,1	+	10,1	+	8,1	+	5,1	+					
Отрезная	12,0	4,00	0,80	32,9	1,60	1,60	0,8	2,0	1,3	+	1,2	+	1,0	+	7,6	+	6,1	+	3,8	+					

Таблица А.4 – Параметры крепи сопряжений горных выработок для условий Октябрьского месторождения

Сопряжение	Ширина сопрягаемых выработок, м <sup>2</sup>	Пролет сопряжения, м	Глубина развития деформаций на крепь, м	Расчетная нагрузка на крепь, кН/м <sup>2</sup> (кПа)	Расчетная длина анкера, м	Принимаемая длина анкера, м	Принимаемый шаг анкерования, м	Условие образования упрочненной арки	Предельная расчетная сетка анкерования СПА, м	Условие	Предельная расчетная сетка анкерования ЖБШ, м	Условие	Коэффициент обеспеченности условия несущей способности крепи к удельному давлению пород свода				Растягивающее усилие стальной сетки, МН/м	Диаметр прутков сетки, мм	Ячей сетки, мм	Условие несущей способности стальной сетки	Сопротивление бетона В22,5 на растяжение R <sub>bt</sub> , МПа	Толщина набрызгбетона, мм	Несущая способность рамы СВП, кН	Расстояние между рамами крепи, м	Расстояние между рамами крепи, м				
													анкеры СПА:	условие	анкеры ЖБШ:	условие	анкеры ФА:	условие											
<b>Класс устойчивости 1</b>				<b>Коэф. развития деформаций 0,1</b>						<b>Объемная плотность породы, т/м<sup>3</sup> 2,70</b>						<b>Несущая способность СПА, кН 100</b>				<b>Несущая способность ЖБШ, кН 80</b>				<b>Несущая способность ФА, кН 50</b>					
T-1	2,15	4,3	0,43	11,4	1,60	1,60	0,8	2,0	2,3	+	2,1	+	1,6	+	20,4	+	16,4	+	10,2	+	0,024	4	100	+					
У-1	3,30	7,9	0,79	21,0	1,60	1,80	0,8	2,3	1,7	+	1,5	+	1,2	+	10,5	+	8,4	+	5,3	+	0,024	4	100	+	1,20	40			
<b>Класс устойчивости 2</b>				<b>Коэф. развития деформаций 0,2</b>						<b>Объемная плотность породы, т/м<sup>3</sup> 2,70</b>						<b>Несущая способность СПА, кН 100</b>				<b>Несущая способность ЖБШ, кН 80</b>				<b>Несущая способность ФА, кН 50</b>					
T-1	2,15	4,3	0,86	22,8	1,60	1,60	0,8	2,3	1,6	+	1,5	+	1,1	+	10,2	+	8,2	+	6,6	+	0,019	4	100	+					
У-1	3,30	7,9	1,58	41,9	1,80	1,80	0,8	2,6	1,2	+	1,1	+	0,8	+	5,3	+	4,2	+	3,4	+	0,019	4	100	+	1,20	50			
<b>Класс устойчивости 3</b>				<b>Коэф. развития деформаций 0,3</b>						<b>Объемная плотность породы, т/м<sup>3</sup> 2,70</b>						<b>Несущая способность СПА, кН 100</b>				<b>Несущая способность ЖБШ, кН 80</b>				<b>Несущая способность ФА, кН 50</b>					
T-1	2,15	4,3	1,29	34,1	1,60	1,60	0,8	2,3	1,3	+	1,2	+	0,9	+	8,8	+	7,0	+	4,4	+	0,019	4	100	+					
У-1	3,30	7,9	2,38	62,9	1,80	1,80	0,8	2,6	1,0	+	0,9	+	0,7	+	4,6	+	3,7	+	2,3	+	0,019	4	100	+	1,20	60			
<b>Класс устойчивости 4</b>				<b>Коэф. развития деформаций 0,4</b>						<b>Объемная плотность породы, т/м<sup>3</sup> 2,70</b>						<b>Несущая способность СПА, кН 100</b>				<b>Несущая способность ЖБШ, кН 80</b>				<b>Несущая способность ФА, кН 50</b>					
T-1	2,15	4,3	1,72	45,5																					195,7	330	1,41	1,00	
У-1	3,30	7,9	3,17	83,8																					663,9	330	0,41	0,50	
<b>Класс устойчивости 5</b>				<b>Коэф. развития деформаций 0,5</b>						<b>Объемная плотность породы, т/м<sup>3</sup> 2,70</b>						<b>Несущая способность СПА, кН 100</b>				<b>Несущая способность ЖБШ, кН 80</b>				<b>Несущая способность ФА, кН 50</b>					
T-1	2,15	4,3	2,15	56,9																					244,6	330	1,12	1,00	
У-1	3,30	7,9	3,96	104,8																					829,9	330	0,33	0,50	
<b>Класс устойчивости 6</b>				<b>Коэф. развития деформаций 0,2</b>						<b>Объемная плотность породы, т/м<sup>3</sup> 2,70</b>						<b>Несущая способность СПА, кН 100</b>				<b>Несущая способность ЖБШ, кН 80</b>				<b>Несущая способность ФА, кН 50</b>					
T-1	2,15	4,3	0,43	11,4	1,60	1,60	0,8	2,0	2,3	+	2,1	+	1,6	+	20,4	+	16,4	+	10,2	+	0,024	4	100						
У-1	3,30	7,9	0,79	21,0	1,60	1,60	0,8	2,3	1,7	+	1,5	+	1,2	+	10,5	+	8,4	+	5,3	+	0,024	4	100						

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

### **Паспорт крепления**

**СОСТАВИЛ:**

Начальник участка № \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.

« \_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_ г.

**УТВЕРЖДАЮ:**

Главный инженер ОПР

\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.

« \_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_ г.

Паспорт крепления № \_\_\_\_\_

#### **Наименование выработки**

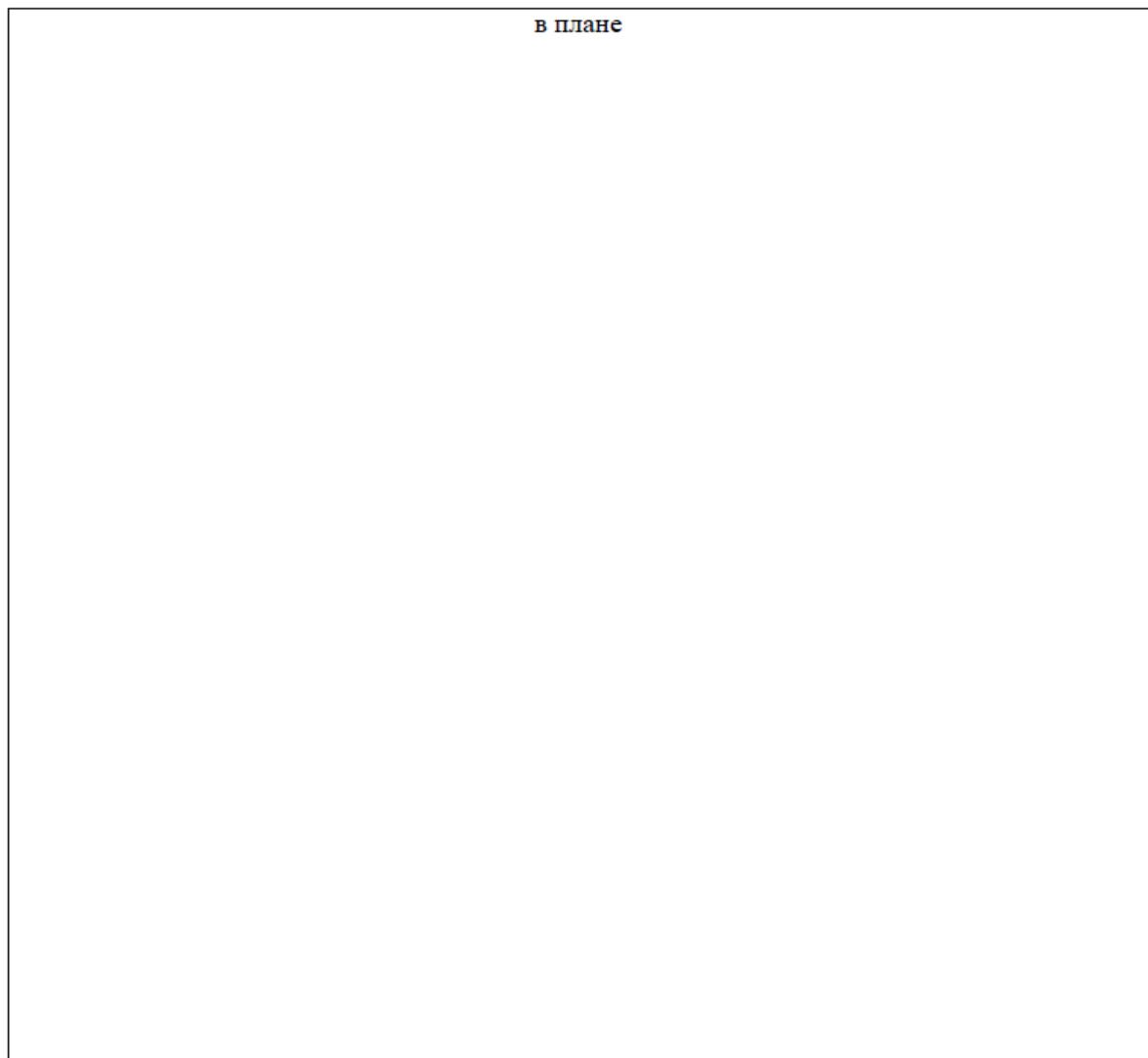
Горизонт \_\_\_\_\_ м

Привязка выработки

Длина интервала в массиве « \_\_\_\_ » класса устойчивости – \_\_\_\_\_ м

#### **1. Расположение горной выработки**

в плане



в поперечном разрезе

в продольном разрезе

## 2. Обоснование способов крепления, вида и конструкции крепи

Выбор крепи определяется в соответствии с «Положением (Регламентом) по креплению подземных горных выработок на Октябрьском подземном руднике АО «Бурибаевский ГОК» (АО «Уралмеханобр», 2025) по характеристике горного массива (геологическому классу устойчивости).

### 2.2 Геологическая характеристика горного массива

---

---

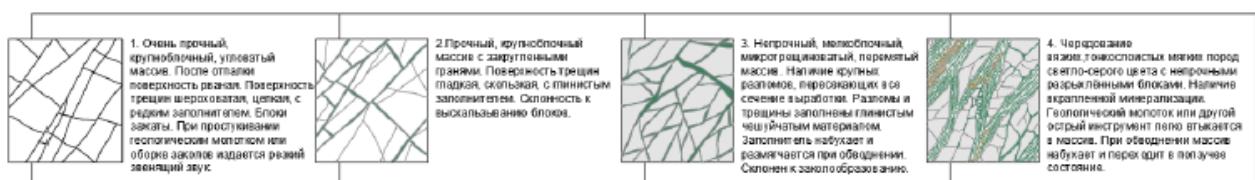
---

---

Геологический класс устойчивости: «\_\_\_»

НОМОГРАММА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КЛАССОВ УСТОЙЧИВОСТИ  
ДЛЯ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД

СТЕПЕНЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ РАСТВОРОВ НА ИЗВЕРЖЕННЫЕ ПОРОДЫ (АНДЕЗИТЫ, ДАЦИТЫ) И ТУФЫ



НОМОГРАММА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КЛАССОВ УСТОЙЧИВОСТИ  
ДЛЯ РУД

РЕЖИМ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ СУЛЬФИДОВ (ЧАСТОТА СМЕНЫ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ)



Участковый геолог

Главный геолог ОПР

Фамилия И.О.

Фамилия И.О.

«\_\_\_» 20 \_\_\_ г.

«\_\_\_» 20 \_\_\_ г.

### **2.3 Конструкция и параметры крепи**

Общий вид конструкции крепи

Конструкция элементов крепи (детали, узлы)

**3. Крепежные материалы и средства по их установке**

**3.1 Расчет потребности крепежных материалов**

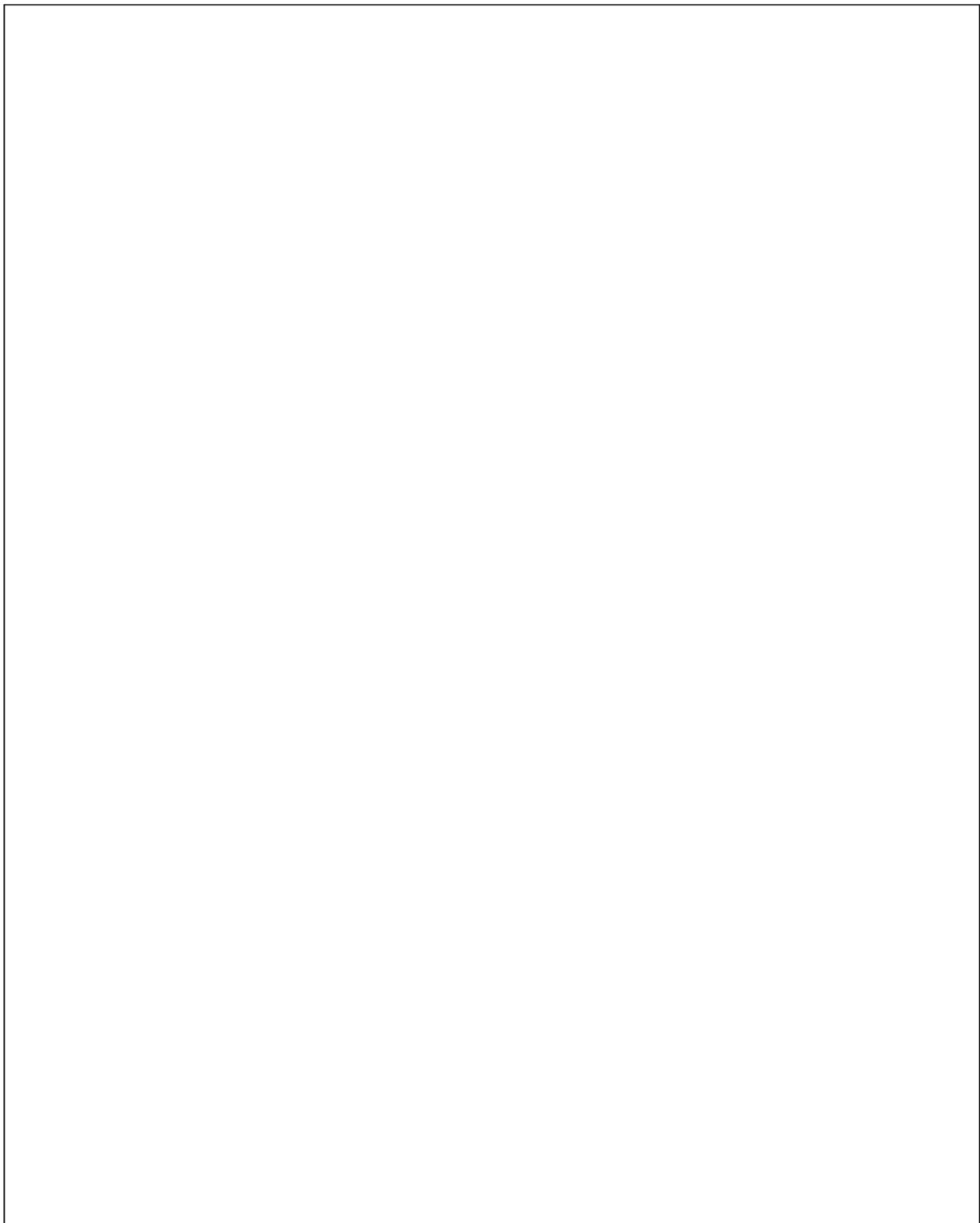
№	Наименование	Параметры	Расход на 1,0 п.м.	Расход на выработку	Примечание
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

### **3.2 Средства механизации по установке и возведению крепи**

#### 4. Способ крепления выработки и последовательность производства работ

Схема установки и возведения крепи, отставание крепления от забоя

**5. Совмещенные схемы транспортирования горной массы, вентиляции, водоотведения и инженерных коммуникаций**



Начальник ПВС

\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.

« \_\_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_ г.

## 6. Суточный график организации работ в забое

№	Наименование процесса	Время, ч																						
		Смена I							Смена II															
		20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								

Все операции проходческого цикла допустимо смещать во времени, не нарушая их последовательности, кроме заряжания и взрывания забоя.

## 7. Меры безопасности

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 8.      **Лист ознакомления с паспортом крепления**

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
**Форма журнала осмотра крепи и состояния горных выработок (пример заполнения)**

Дата, месяц, год осмотра	Наименование выработки, место обнаружения нарушения (дефекта) крепи (пикет, привязка)	Наименование нарушения	Намеченные мероприятия по исправлению нарушения	Срок устранения нарушения	Должность, подпись лица, выдавшее предписание	Ответственный исполнитель по устранению нарушения	Перечисление выполненных работ, дата исполнения предписания	Должность, подпись ответственного исполнителя по устранению нарушения
01.10.2025	Вентбойка кам. 2/25 гор. 480 м, от МТ 1689 на юг +10,0 м	Разрыв сетки, обыгрывание анкеров по кровле с правой стороны, участок с нарушением крепи по длине около 2,5 м	Поджать шайбы на обыгранные анкеры; Установить дополнительные анкеры, навесить секцию сетки.	до 05.10.2025	Зам. главного инженера ПР	Нач. участка № 2	Поджаты шайбы на обыгранных анкерах, торчащая арматура срезана; установлены пять дополнительных анкеров СПА с навеской сетки 03.10.2025 II смена	Нач. участка №2 Рафиков В.А.

Контроль ведения журнала: \_\_\_\_\_ Гл. инженер рудника

Порядок ведения журнала:

- 1) По результатам осмотра горных выработок, производимым не реже двух раз в месяц, журнал заполняет ответственное лицо технического надзора, назначаемое главным инженером рудника;
- 2) По результатам осмотра горных выработок, производимым ежеквартально, журнал заполняет главный инженер рудника.

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**  
Форма журнала испытаний крепи (пример заполнения)

Наименование выработки, интервал в пикетах	Анкерная крепь						Набрызгбетонная (торкретбетонная) крепь					
	Дата, месяц, год испытаний	Вид анкера, длина	Показания манометра прибора	Несущая способность анкера, кН	Результат испытаний	Должность, подпись лица, проводившего испытания	Дата, месяц, год испытаний	Место замера (пикет, привязка)	Результаты замеров**	Соответствие прочности	Качество покрытия	Должность, подпись лица, проводившего испытания
Вентсбойка кам.2/25 гор.480 м., от МТ 1682 на юг +50,0 м	01.10.2025	СПА 1,6 м	№1: 40 МПа №2: 40 МПа №3: 45 МПа №4: 40 МПа	№1: ≥ 90 кН №2: ≥ 90 кН №3: ≥ 100 кН №4: ≥ 90 кН	Смещений анкеров 1–4 нет, несущая способность не менее нормативной (100 кН)	Геомеханик, Акбулатов Р.Ф.	---	---	---	---	---	---
Объездная выработка 25 р.т. гор.480 м., от МТ 1125 на юг +10,0 м	04.10.2025	ФА 1,6 м	№1: 25 МПа №2: 20 МПа №3: 28 МПа	№1: ≥ 56 кН №2: 45 кН №3: ≥ 62 кН	Смещений анкеров 1, 3 нет, несущая способность не менее нормативной (50 кН) Смещение анкера 2, брак установки	Геомеханик, Акбулатов Р.Ф.	04.08.2025	Объездная выработка 25 р.т. гор.480 м., от МТ 1125 на юг +10,0 м	Средняя прочность по серии замеров (15 шт.): 32,5 МПа	Прочность бетона не менее нормативной (30 МПа). Возраст бетона: более 28 суток	Бетонное покрытие выполнено согласно правилам торкретирования; Укрытие армокаркасов выполнено; Сцепление н/бетона по всей площади качественное; отслоений, трещин и дефектов нет	Геомеханик, Акбулатов Р.Ф.
-							04.08.2025	Объездная выработка 25 р.т. гор.480 м., от МТ 1130 на юг +7,0 м	Средняя прочность по серии замеров (15 шт.): 30,9 МПа	Прочность бетона не менее нормативной (30 МПа). Возраст бетона: более 28 суток	Бетонное покрытие выполнено согласно правилам торкретирования; Укрытие армокаркасов выполнено; Сцепление н/бетона по всей площади качественное; отслоений, трещин и дефектов нет	Геомеханик, Акбулатов Р.Ф.

\* - прибор контроля анкерной крепи ПКА-15 (зав. № 215), поверка манометра от 05.02.2025

\*\* - прибор контроля прочности Пульсар 2-2 (№ 1100)

Контроль ведения журнала: \_\_\_\_\_ Гл. инженер рудника

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Определение необходимого количества испытаний набрызгбетонной (торкретбетонной) крепи

В зависимости от геологического строения массива параметры сечения горной выработки будут изменяться в некоторых пределах, а ее контур будет представлен, как неровная поверхность. В процессе крепления при нанесении набрызгбетона его наибольшая толщина приходится на углубления контура горной выработки, меньшая – на выступы.

Если инструментально измерить толщину набрызгбетона в различных точках, будут получены некоторые ее значения  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$  (Рисунок Д.1). Среднее арифметическое результатов измерений  $\bar{t}$  в точности никогда не будет совпадать с паспортным значением толщины набрызгбетона  $t$ .

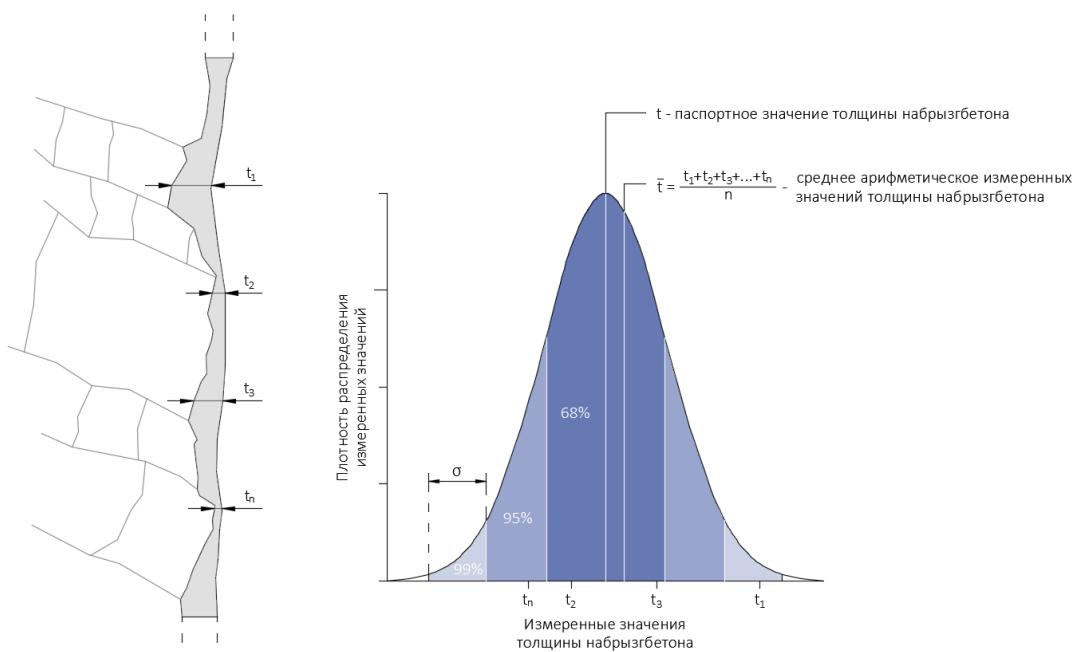


Рисунок Д.1 – Различное значение толщины набрызгбетона по контуру горной выработки

Поскольку контур горной выработки является неровной поверхностью, то слишком малое количество измерений на определенном интервале будет приводить к большому разбросу средних значений для различных серий измерений. Чем больше объем измерений, тем ближе будет среднее значение к паспортной толщине набрызгбетона.

Необходимо определить минимальное количество измерений, для достижения заданной точности и достоверности результатов.

Точность измерений  $E$  – это максимальное отклонение среднего значения инструментальных измерений толщины набрызгбетона от паспортного значения с заданной достоверностью.

Достоверность выражается в процентах и показывает, насколько можно утверждать, что паспортное значение толщины набрызгбетона  $t$  находится в пределах отклонения от среднего  $\bar{t}$  на заданную точность  $E$ .

Для определения минимального количества измерений  $n$  используем формулу:

$$n = \left( \frac{t\sigma}{E} \right)^2 \quad (\text{Д.1})$$

где  $t$  – критическое значение стандартного нормального распределения для заданного уровня достоверности, которое определяют по графику (Рисунок Д.2), которое принято равным 1,645 для достоверности 90 %.

$t$	Уровень достоверности, %
0,126	10
0,253	20
0,385	30
0,524	40
0,674	50
0,841	60
1,036	70
1,282	80
1,645	90
1,960	95
2,326	98
2,576	99
3,291	99,9

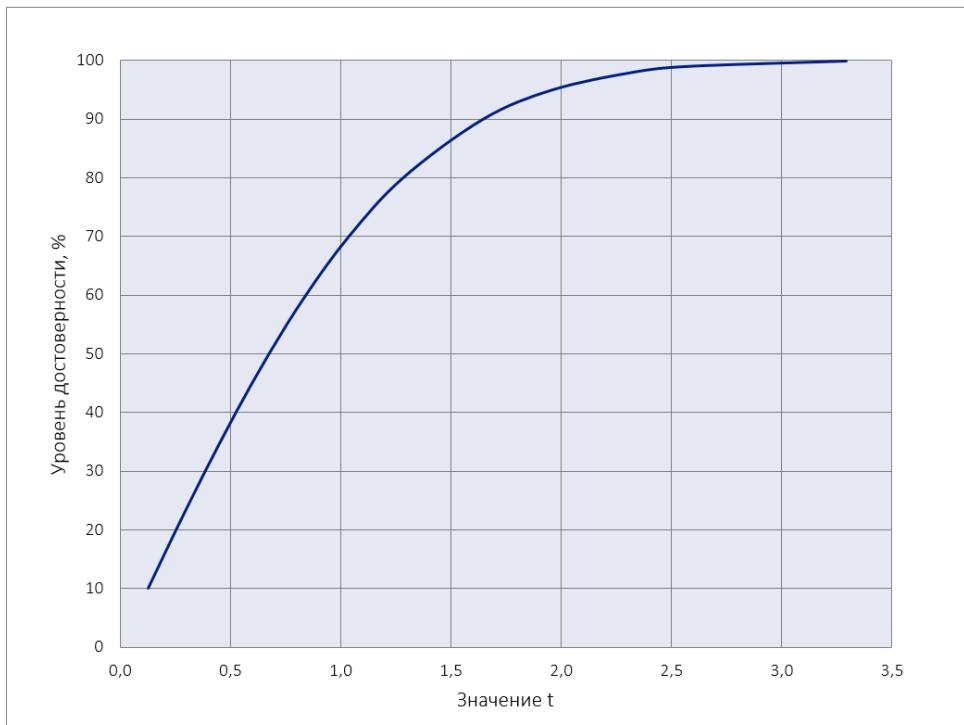


Рисунок Д.2 – Определение значения  $t$  по заданной достоверности

$E$  – допустимая точность измерений, которая принята равной 1,0 см.

$\sigma = 2$  см – стандартное отклонение генеральной совокупности, определенное по результатам инструментальных наблюдений на участке горной выработки при соблюдении технологии нанесения набрызгбетонной крепи. В данном случае, это показатель того, насколько сильно меняется толщина набрызгбетона по контуру горной выработки от среднего значения генеральной совокупности. Низкие значения стандартного отклонения говорят о равномерном нанесении набрызгбетона по контуру выработки.

Таким образом, минимальное количество инструментальных измерений толщины набрызгбетона, равно:  $n = \left( \frac{1.645 \cdot 2}{1} \right)^2 = 11$ .

Это означает, что если после проведения 11 измерений толщины набрызгбетона (торкретбетона) среднее значение полученных результатов отклоняется от паспортного не более, чем на 1 см, то толщину крепи принять удовлетворительной. Например, при необходимой толщине крепи 4 см, получено среднее арифметическое значение в диапазоне  $3 \div 5$  см, то крепь обеспечивает устойчивость выработки и соответствует паспортному значению.