МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Забайкальский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет горный

Кафедра подземной разработки месторождений полезных ископаемых

**УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**для студентов заочной формы обучения**

по дисциплине «Проведение и крепление горных выработок»

для специальности 21.05.04Горное дело

направленность «Подземная разработка рудных месторождений»

Общая трудоемкость дисциплины (модуля)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Виды занятий | Распределение по семестрам в часах  | Всего часов |
| 5семестр | 6семестр | ----семестр |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Общая трудоемкость | 72 | 180 |  | 252 |
| Аудиторные занятия, в т.ч.: | 18 | 18 |  | 36 |
| лекционные (ЛК) | 8 | 8 |  | 16 |
| практические (семинарские) (ПЗ, СЗ) | 10 | 10 |  | 20 |
| лабораторные (ЛР) | - |  |  | - |
| Самостоятельная работа студентов (СРС) | 54 | 126 |  | 144 |
| Форма промежуточного контроля в семестре | Зачет | Экзамен 36 |  | 36 |
| Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП) |  | КП 36 |  | 36 |

**Краткое содержание курса**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Модуль | Номер раздела  | Наименование раздела | Темы раздела | Всего часов |
|
| 1 | 1 | Общие сведения о горных выработках и свойствах горных пород | Классификация горных выработок. Проектирование горных выработок | 13 |
| Свойства и классификация горных пород | 9 |
| 2 | Поддержание горных выработок | Горное давление. Крепление горных выработок. | 18 |
| Расчет крепи горных выработок. Возведение крепей. | 24 |
| 2 | 3 | Процессы разрушения горных пород | Буровзрывная отбойка породы. Расчет паспорта БВР.  | 24 |
| Механическая отбойка горных пород | 9 |
| 4 | Процессы погрузки и транспортирования горных пород | Уборка породы из проходческого забоя | 13 |
| Транспортирование породы из проходческого забоя | 13 |
| 3 | 5 | Проветривание горных выработок | Способы и схемы проветривания горных выработок | 11 |
| Расчет параметров вентиляции. | 13 |
| 6 | Технология проведения горных выработок | Технология проведение горизонтальных и наклонных горных выработок | 17 |
| Технология проведение вертикальных выработок. Технология проведения горных выработок специальными способами | 16 |
| Итого | 216 |

**Форма промежуточного контроля**

**Курсовой проект по дисциплине «Проведение и крепление горных выработок» выполняется на тему «Проект производства работ на проведение горной выработки» *(исходные данные полученные студентами в 5 семестре)***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Ф.И.О. | Наименованиевыработки | Наименование пород | Плотность породы в массиве, т/м3 | Расстояние между трещинами, м | Предел прочности на сжатие, *δ*сж МПа | Предел прочности на растяжение, *δ*р МПа | Коэффициентразрыхления |
| 1 | Авдеев Константин Алексеевич | квершлаг | гранит | 3,2 | 2,2 | 140 | 16 | 2,2 |
| 2 | Болдин Андрей Юрьевич | штрек | кварцит | 3,3 | 2,8 | 180 | 20 | 2,2 |
| 3 | Верхотуров Дмитрий Евгеньевич | квершлаг | габбро | 3,0 | 1,8 | 140 | 20 | 2,2 |
| 4 | Вишняков Марк Игоревич | орт  | габбро  | 2,6 | 1,3 | 150 | 14 | 2,1 |
| 5 | Горлов Петр Владимирович | накл.съезд  | диабаз | 2,9 | 0,3  | 170 | 16 | 2,1 |
| 6 | Гулаков Андрей Александрович | штольня | кварциты | 2,95 | 0,6 | 160 | 15 | 2,2 |
| 7 | Ивачев Сергей Юрьевич | штрек | руда | 3,3 | 0,8 | 85 | 9 | 2,2 |
| 8 | Кузнецов Денис Александрович | квершлаг | скарн | 2,8 | 1,3 | 240 | 16 | 2,2 |
| 9 | Лисичникова Наталья Николаевна | уклон | трахидациты | 3,1 | 0,5 | 190 | 18 | 2,1 |
| 10 | Номоконов Александр Аминжонович | орт | руда | 2,9 | 1,0 | 165 | 16 | 2,2 |
| 11 | Пищев Дмитрий Сергеевич | штрек | песчаник | 2,65 | 0,3 | 110 | 14 | 2,1 |
| 12 | Селезнев Михаил Владимирович | штольня | диабаз | 2,9 | 0,8 | 160 | 14 | 2,0 |
| 13 | Семенов Роман Андреевич | штольня | кварциты | 2,6 | 0,6 | 160 | 14 | 2,1 |
| 14 | Ширшов Иван Константинович | штрек  | диабаз | 2,9 | 2,6 | 170 | 16 | 2,1 |
| 15 | Штебнер Владислав Аликович | квершлаг | гранит | 2,9 | 1,2 | 100 | 12 | 2,1 |
| 16 |  | штольня | порфиры | 2,9 | 0,8 | 105 | 12 | 2,1 |
| 17 |  | штрек | гнейс | 3,2 | 2,6 | 185 | 20 | 2,2 |
| 18 |  | квершлаг | габбро | 3,0 | 1,2 | 140 | 20 | 2,2 |
| 19 |  | уклон | гранит | 2,57 | 1,1 | 130 | 16 | 2,1 |
| 20 |  | заходка | руда | 2,65 | 0,5 | 55 | 7 | 2,0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Коэффициент Пуассона | Модуль Юнга,10-10 Па | Классификация пород по ЕНВ-85 | Расположение выработки относительно напластования пород | Срок службы выработки, лет | Протяженность выработки, м | Количество подаваемого воздуха, м3/с | Глубина залеганиявыработки, м | Характеристикавыработки | Применяемоеоборудование |
| 1 | 0,21 | 9,0 | XIV | вкрест | 14 | 100 | 1,3 | 400 | 1-путевой | К14; ВГ-2,2 |
| 2 | 0,18 | 7,32 | XVII | вкрест | 6 | 120 | 3,5 | 420 | с дорожкой | ПТМ: ST7 |
| 3 | 0,12 | 2,6 | XIII | вкрест. | 20 | 300 | 3,2 | 250 | транспорт. | LH514Е |
| 4 | 0,15 | 8,2 | XVI | по напласт. | 14 | 250 | 4,2 | 550 | транспорт | ПТМ: ST-14Battery |
| 5 | 0,18 | 7,32 | XVII | вкрест | 30 | 300 | 5,8 | 600 | транспорт. 12° | ПТМ: ЕST1030  |
| 6 | 0,25 | 7,8 | XVI | по напласт. | 12 | 350 | 7,2 | 650 | с дорожкой | ПТМ: ST2G  |
| 7 | 0,18 | 5,7 | VIII | вкрест | 4 | 40 | 1,5 | 700 | транспорт. | LH409E |
| 8 | 0,28 | 7,6 | XX | по напласт. | 8 | 460 | 6,3 | 1100 | с дорожкой | ПТМ: ST14 |
| 9 | 0,25 | 6,6 | XV | вкрест | 4 | 550 | 4,1 | 400 | с дорожкой 10° | ПТМ: LH625E |
| 10 | 0,32 | 14,0 | XVII | вкрест. | 5 | 80 | 4,4 | 310 | 1-путевой | 7КРМ1; ВГ-1,2 |
| 11 | 0,25 | 2,6 | XVI | по напласт. | 12 | 450 | 6,3 | 350 | транспорт | ПТМ: ST3,5 |
| 12 | 0,18 | 7,32 | XVII | вкрест | 6 | 120 | 3,5 | 420 | с дорожкой | ПТМ: ST1030 |
| 13 | 0,15 | 8,2 | XVI | по напласт. | 14 | 300 | 4,2 | 450 | с дорожкой | ПТМ: ST18 |
| 14 | 0,18 | 7,32 | XVII | вкрест | 30 | 300 | 5,8 | 300 | транспорт | ПТМ: LH115L |
| 15 | 0,18 | 7,32 | XVII | вкрест | 30 | 300 | 5,8 | 600 | 2-путевая | К10; ВГ-2,2 |
| 16 | 0,25 | 7,8 | XVI | по напласт. | 12 | 350 | 7,2 | 650 | транспорт. 12° | ПТМ: ЕST3.5  |
| 17 | 0,19 | 6,0 | XV | по напласт. | 15 | 350 | 3,4 | 250 | транспорт. | ПТМ: ST-7Battery |
| 18 | 0,17 | 15,0 | XX | по напласт. | 8 | 200 | 5,1 | 380 | с дорожкой | ПТМ: ПД-2Э |
| 19 | 0,12 | 2,6 | XIII | по напласт. | 2 | 300 | 3,2 | 200 | с дорожкой | ПТМ: LH202 |
| 20 | 0,29 | 2,25 | XIII | вкрест | 1 | 150 | 4,5 | 250 | транспорт. | ПТМ: ЕST2D |

Угол внутреннего трения, град $tg φ=\frac{σ\_{сж}-σ\_{рас}}{σ\_{сж}+σ\_{рас}}$

**Состав курсового проекта:**

**Пояснительная записка**

- Титульный лист

- Задание на курсовую работу

Реферат

Содержание

Введение

1. Выбор формы, типа крепи и расчет устойчивости пород и нагрузок на крепь

2. Расчет размеров поперечного сечения горной выработки

3. Составление паспорта крепления на проведение горной выработки

4. Составление паспорта БВР на проведение горной выработки

4.1. Выбор и расчет зарядов ВВ и средств инициирования

4.2. Расчет параметров БВР и составление схемы расположения шпуров

5. Выбор комплекса проходческого оборудования

6. Расчет погрузки и транспортирования горной массы из забоя

7. Составление паспорта проветривания горной выработки

8. Расчет графика организации работ

9. Расчет себестоимости проведения 1 п.м выработки

10. Техника безопасности при проведении горной выработки

Заключение

Список литературы

**Графическая часть проекта *-*** Графическая часть курсовой работы выполняется на одном листе ватмана формата А1 в составе:

* Технологическая схема проведения выработки М 1:50
* Паспорт БВР М 1:50
* Паспорт крепления М 1:50
* График организации работ
* Таблица ТЭП

**Оформление письменной работы согласно МИ -01-03-2023** [Общие требования к построению и оформлению учебной текстовой документации](http://zabgu.ru/files/html_document/pdf_files/fixed/Normativny%27e_dokumenty%27_i_obrazcy%27_zayavlenij/Obshhie_trebovaniya_k_postroeniyu_i_oformleniyu_uchebnoj_tekstovoj_dokumentacii.pdf).

**Методика расчета курсового проекта**

1. **Выбор формы, типа крепи и расчет устойчивости пород и нагрузок на крепь**

Согласно СНиП II-94-80 при соответствующем обосновании в утверждаемых ведомственных нормативных документах, учитывающих спе­цифические условия месторождений, многолетний успешный опыт подземного строи­тельства в бассейнах и др., допускается оценку устойчивости по­род в горизонтальных и наклонных выработках и выбор крепи про­изводить по величине безразмерного показателя *kк*, определяемого по формуле

,

где *Н*р - расчетная глубина размещения выработки, м,;

*R*c - расчетное сопротивление пород сжатию, Па;

γ - удельный вес породы, Н/м3.

Расчетная глубина заложения выработки определяется по фор­муле

*Нр= H · k*

где *Н* - проектная глубина заложения выработки, м;

 *k* - коэффициент, учитывающий отличие напряженного состояния массива горных пород по сравнению с напряженным состоянием, вызванным собственным весом толщи пород до поверхно­сти, принимаемый равным 1 для обычных горно-геологических условий либо устанавливаемый экспериментально: для районов, подвер­женных движениям земной коры и в зонах тектонических нарушений, при отсутствии экс­периментальных данных *k* принимается рав­ным 1,5.

 Расчетное сопротивление пород сжатию определяют по формуле

*Rс = δсж · kc*

где δсж - предел прочности пород на сжатие, Па

 *kc* - коэффициент, учитывающий дополнительную нарушенность массива пород поверхностями без сцепления либо с малой связанностью (зер­кала скольжения, трещины, глинистые про­слои и др.).

Таблица 1.1. Значение коэффициента *kc*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория трещиноватости | Степень трещиноватости (блочности) массива | Среднее расстояние между естественными трещинами всех систем, м | Удельная трещиноватость,м-1 | Коэффициент *kc*. |
| I | Чрезвычайно трещиноватые (мелкоблочные) | До 0,1 | > 10 | 0,2 |
| II | Сильнотрещиноватые (среднеблочные) | 0,1-0,5 | 2-10 | 0,2-0,6 |
| III | Среднетрещиноватые (крупноблочные) | 0,5-1,0 | 1-2 | 0,6-0,8 |
| VI | Мало трещиноватые (весьма крупноблочные) | 1,0-1,5 | 0,65-1 | 0,8-0,9 |
| V | Практически монолитные (исключительно крупноблочные) | > 1,5 | < 0,65 | 0,9-1,0 |

Таблица 1.2. Рекомендуемые типы крепей по значению коэффициента Кк

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Коэффициентkк | Расположение выработки относительно напластования пород | Рекомендуемая крепь |
| до 0,05 | вкрест напластования и в монолитных породах | Крепь не требуется, при интен­сивной трещеноватости - торкретирование |
| 0,05…0,1 | то же | Без крепи или набрызгбетон – 3 см |
| 0,1…0,24 | то же | Набрызбетон 3-5 см, деревянная крепежная рама |
| более 0,24 | то же | Комбинированная крепь из анке­ров и набрызбетона |
| до 0,05 | по простиранию напластования | Крепь не требуется, при интен­сивной трещиноватости - торкре­тирование |
| 0,05…0,1 | то же | Без крепи или набрызгбетон – 3 см |
| 0,1…0,24 | то же | Комбинированная крепь из анке­ров и набрызгбетона параметры по расчету |
| более 0,24 | то же | Металлическая арочная податливая крепь, параметры по расчету  |

Характер распределения напряжений вокруг выработки зависит от ее формы и соотношения размеров поперечного сечения.

*В кровле и почве выработок при боковом распоре,* меньшем единицы, возникают *растягивающие усилия* $δmin=k\_{1}\frac{μ}{1-μ}γH$*.*

*В боках выработки* наблюдается значительное *увеличение сжимающих напряжений* $δmax=k\_{2}γH$*.*

Запас прочности в кровле nк и боках n6 выработки определяют по формулам

 $n\_{к}=\frac{k\_{c}δ\_{р}ξ }{k\_{1}\frac{μ}{1-μ}γH}$и  $n\_{б}=\frac{k\_{c}δ\_{c;ж}ξ }{k\_{2}γH}$

где ξ— коэффициент длительной прочности (для хрупких пород (граниты, кварциты, песчаники с кварцевым цементом) ξ = 0,7-1; для пород испытывающих деформации перед разрушением (песчанистые и углистые сланцы, известняки средней крепости, мергели) ξ =0,5-0,7);

 *k1* и *k2* – коэффициент концентрации напряжений соответственно в кровле и боках выработки (*k1=1* и *k2=2* при плоской кровле и трапециевидном сечении;при прямоугольно сводчатой форме *k1=0,3* и *k2=2 если h0=В/3* и *k1=0,4* и *k2=2 если h0=В/4* );

 *λ1=μ*(1—μ)—коэффициент боково­го распора (или горизонтального распора);

 μ — коэффициент Пуас­сона;

*γ* — удельный вес пород, Н/м3;

Н - глубина заложения выработки от поверхности, м;

δр и δсж— пределы прочности пород соответственно на растяжение и сжатие в условиях двухосного напряженного состояния, Па.

Таблица 1.3. Классификация режимов заданной нагрузки

|  |  |
| --- | --- |
| Значение запаса прочности кровли nк и боков n6 | Режим заданной нагрузки на крепь и расчетная схема |
| nк ≥ 4n6 ≥ 4 | Нагрузка на крепь отсутствует, и выработка может быть пройдена без крепи. В местах геологических на­рушений и в зонах сильной трещиноватости, а также для пород, склонных к выветриванию, необходимо торкретирование выработки или покрытие ее набрызгбетоном на песчаном заполнителе толщиной до 3 см |
| nк ≤ 1n6 ≥ 4 | Крепь несет полную нагрузку со стороны кровли от веса пород внутри свода обрушения. Бока устойчивы, применяется расчетный метод М. М. Протодьяконова |
| nк ≤ 1n6 ≤ 1 | Крепь несет полную нагрузку со стороны кровли и боков, образуется новый контур выработки: в кровле—свод, в боках—призмы сползания. Приме­няется расчетный метод П. М. Цимбаревича |
| 1 < nк < 41 < n6 < 4 | Нагрузку определяют по формулам нагрузки от локального вывала или расчетные нагрузки опреде­ляют путем деления нормативных нагрузок |
| nк ≥ 4n6 ≤ 1 | Крепь испытывает полную нагрузку только со сто­роны боков (кровля устойчива). Нагрузку со стороны боков определяют как боковое давление на подпор­ную стенку по методам механики сыпучей среды |

1. **Расчет размеров поперечного сечения горной выработки**

Размеры поперечного сечения горных выработок определяются максимальными размерами транспортных средств, допустимыми зазорами между габаритом транспортных средств и крепью (стенки) выработки и между транспортными средствами, предусмотренными ПБ.

Различают площади поперечного сечения ***в свету, вчерне и в проходке*.** *Площадь сечения в свету* определяют по размерам выработки до крепи, за вычетом площадей, занимаемых бал­ластным слоем рельсового пути и трапом пешеходной дорожки. *Площадь сечения вчерне* является проектной площадью с размерами до контура выработки. *Площадь сечения выработки в проходке* определяется после проведения выработки, она несколько больше площади сечения вчерне. В зависи­мости от крепости пород допускается увеличение площади се­чения вчерне на коэффициент 1,04—1,12.

***В горизонтальных выработках, где применяются рельсовые транспортные средства,*** должны быть обеспечены свободные проходы для людей не менее 0,7 м между боком выработки, размещенным оборудованием и наиболее выступающими частями подвижных средств. Ширина свободного прохода для людей должна быть выдержана по всей длине выработки, высота прохода должна быть не менее 2 м. С противоположной стороны выработки должны быть обеспечены зазоры не менее 0,25 м между боком выработки и наиболее выступающими частями подвижных средств. В выработках с конвейерным транспортом ширина свободного прохода для людей должна быть не менее 0,7 м и с противоположной стороны должен быть обеспечен ремонтно-монтажный зазор не менее 0,4 м между стенкой выработки и наиболее выступающими частями конвейера. Расстояние от транспортируемой конвейером горной массы до кровли (крепи) выработок должно быть не менее 0,3 м. Расстояние между осями рельсовых путей в двухпутевых выработках на всей их протяженности должно быть такое, чтобы зазор между наиболее выступающими частями встречных подвижных средств был не менее 0,2 м. Ширина дверных проемов в перемычках различного назначения должна обеспечивать зазоры с обеих сторон не менее 0,5 м между косяками дверей и наиболее выступающими частями транспортного оборудования.

В двухпутевых выработках в местах, где производится сцепка и расцепка вагонеток, маневровые работы у капитальных погрузочных и разгрузочных пунктов (бункеров, спусков, породоспусков), а также в однопутевых околоствольных выработках клетевых стволов (грузовая и порожняковая ветви) расстояние от стенки (крепи) или размещаемого в выработках оборудования и трубопроводов до наиболее выступающей части подвижного состава должно быть не менее 0,7 м с обеих сторон. Запрещается устройство в двухпутевых выработках проходов для людей между путями. В горных выработках, в которых осуществляется посадка людей в пассажирские поезда вагоны, по всей длине остановки подвижного состава должен быть обеспечен свободный проход шириной не менее 1,0 м и высотой не менее 2,0 м.

***В выработках, пройденных комбайнами,*** при эксплуатации машин с двигателями внутреннего сгорания (далее - ДВС) возможно уменьшение зазоров с обеих сторон до 0,3 м при условии устройства ниш с одной стороны глубиной 0,7 м, шириной 1,2 м и высотой 2 м через каждые 25 м. На устье выработки должен быть установлен плакат "При проезде транспорта проход запрещен".

***В выработках* *с конвейерной доставкой*** ширина свободного прохода для людей не менее 0,7м и противоположной стороны не менее 0,4м. Расстояние от навала горной массы на ленте до кровли (крепи) должно быть не менее 0,3м.

***Для самоходного транспорта***зазоры между наиболее выступающей частью транспортного средства и боком (крепью) выработки или размещенным в выработке оборудованием должны приниматься в зависимости от назначения выработок и скорости передвижения машины: в выработках, предназначенных для транспортирования руды и сообщения с очистными забоями, должны приниматься зазоры не менее 1,2 м со стороны прохода для людей и 0,5 м с противоположной стороны. При устройстве пешеходной дорожки высотой 0,3 м и шириной 0,8 м или при устройстве ниш через каждые 25 м зазор со стороны свободного прохода для людей может быть уменьшен до 1 м. Ниши должны устраиваться высотой не менее 2 м, шириной не менее 1,2 м, глубиной не менее 0,7 м; в погрузочно-доставочных выработках очистных блоков, предназначенных для погрузки руды и доставки ее к транспортной выработке, в выработках, находящихся в проходке, при скорости движения машин, не превышающих 10 км/ч, и при исключении возможности нахождения в таких выработках людей, не связанных с работой машин, должны приниматься зазоры не менее 0,5 м с каждой стороны; в доставочных выработках (наклонные съезды), предназначенных для доставки в очистные блоки оборудования, материалов и людей (в машинах), при скоростях движения свыше 10 км/ч: по 0,6 м с каждой стороны при исключении случаев передвижения людей пешком; 1,2 м со стороны прохода для людей и 0,5 м с другой стороны, если передвижение людей пешком не исключается. Высота выработки для свободного прохода людей по всей ее протяженности должна составлять не менее 2 м.

В выработках с односторонним движением, по которым производится движение самоходных транспортных средств с прицепными платформами, ширина проезжей части должна превышать ширину транспортного средства не менее чем на 1,2 м. В выработках с двусторонним движением ширина проезжей части должна быть больше ширины двух транспортных средств не менее чем на 1,2 м, а при транспортировке прицепных платформ - не менее чем на 1,5 м.

После определения поперечного сечения выработки в свету его проверяют по минимальной и максимальной скорости движения воздуха по выработке.

***Скорость движения воздуха по выработке***

 $v=\frac{Q\_{в}}{S}$ (м/с),

где Qв – подаваемое количество воздуха по выработке , м3/с;

Sсв - площадь поперечного сечения выработки в свету, м2.

Минимальная скорость воздуха в горных выработках определяется по формуле:

 $v\_{min}=\frac{0.1∙P}{S}$ (м/с),

где S - площадь поперечного сечения выработки, м2;

 Р - периметр выработки, м.

Максимальная скорость не должна превышать следующих норм:

а) в очистных и подготовительных выработках - 4 м/с;

б) в квершлагах, вентиляционных и главных откаточных штреках, капитальных уклонах - 8 м/с;

в) в остальных выработках - 6 м/с;

г) в воздушных мостах (кроссингах) и главных вентиляционных штреках - 10 м/с;

д) в стволах, по которым производятся спуск и подъем людей и грузов - 15 м/с;

***Прямоугольно-сводчатая форма выработки с рельсовым транспортом***

Высота выработки прямоугольно-сводчатой формыскладывается из высоты стенки *h3*, высоты свода *h0* и толщины крепи *δ* (рис. 1.3), мм

*Н = h3+ h0 +δ*.

Высота вертикальной стенки от уровня трапа до пят свода

- *h2****=****1800* мм, или h2**=** hа+ h если *hа+ h* ***>****1800* мм.

Высота коробкового свода должна находиться из выражения *h0=В/3*, радиус свода дуги *R=0,692 В*, радиус боковой дуги *r =0, 262 В*.

Высота вертикальной стенки выработки от головки рельса, мм

*h1****=*** *h2- hа*,

Ширина выработки вчерне, мм *В1= В+2δ* .

Площадь сечения выработки в свету, м2 *Sсв= В (h2+0,26В)*.

Площадь сечения выработки вчерне, м2 *Sч= В1 (h3+0,26В1)*.

Периметр выработки в свету, мм *Рсв= 2 h2+2,33В*.

****

Рис. 1.3. Сечение выработки прямоугольно-сводчатой формы с рельсовым транспортом

***Трапециевидная форма выработки с рельсовым транспортом.***

Ширина выработки трапециевидной формы в свету (рис. 1.4), мм

*В = m + А + n' ,*

где *m* - размер зазора на уровне кромки подвижного состава, мм;

 *n'*- размер прохода для людей на уровне кромки подвижного состава, мм

*n'=n + [1800—(h + ha)] ctg.α* ;

*n*  - размер прохода на высоте 1800 мм от уровня балласт­ного слоя, мм;

 *h* - высота электровоза (ва­гонетки) от головки рельса, мм;

*ha* - высота верхнего строения пу­ти от балластного слоя до головки рельса, мм;

*α* - угол наклона стоек, 80-85°.



Рис. 1.4. Сечение выработки трапециевидной формы с рельсовым транспортом

Высота выработки от головки рельса до верхняка в случае применения контактных электровозов (до осадки крепи), мм

*h1 = hкп + 200+100,*

где *hкп*- высота подвески контактного провода, мм;

200 мм — зазор между контактным проводом и крепью;

100 мм — величина возможной осадки крепи под дейст­вием горного давления.

При транспортировании аккумуляторным электровозом, мм

*h1 = h+dтр + 250+100,*

где *h* — высота электровоза, мм;

*dтр* — диаметр вентиляционного тру­бопровода, мм;

250 мм — зазор между электровозом и вентиляцион­ной трубой.

Ширина выработки в свету по кровле, мм

*l*1 = *В—2(h1— h) ctg α°.*

Ширина выработки в свету по балластному слою, мм

*l*4 = *B + 2(h + ha)* *ctgα°.*

Высота выработки от балластного слоя до крепи после осадки, мм

*h2 = h1 + hа .*

Площадь поперечного сечения выработки в свету после осадки, м2

*Sсв= 0,5 (l1+l2)* *h2* .

Ширина выработки вчерне по кровле (при креплении враз­бежку с затяжкой боков), мм

*l*3 = *l*1 +*2d*,

где *d* — диаметр стойки крепи, мм.

Ширина выработки по почве вчерне при креплении вразбеж­ку с затяжкой боков, мм

*l4 = В + 2[cosα (h + h B) + d + 50]* ,

 *sin α*

где *hв* - высота от почвы выработки до головки рельса, мм;

 50 мм – толщина затяжки.

Высота выработки от почвы до крепи (до осадки), мм

*h3' = h3 + 100,*

где *h3* - высота выработки от почвы до верхняка (после осадки), мм.

Высота выработки вчерне до осадки при наличии затяжки, мм

*h4'-=h3' + d+50,*

где *d* — диаметр крепежного леса, мм;

 50 мм — толщина за­тяжки.

Высота выработки после осадки, мм

*h4 = h4' —100.*

Площадь сечения выработки вчерне до осадки, м2

*Sч= 0,5 (l3+l4)* *h4'* .

Вертикальная осадка, равная 100 мм, допускается только, при деревянной крепи.

**Выработки для использований самоходного оборудования на пневматическом ходу.**

Если в выработке не предусмотрено постоянное хождение людей, то пешеходная дорожка отсутствует, ширина выработки в свету, мм

*В = в+2с*,

где *с* – min зазор между транспортом и стенкой выработки (крепью), мм.

При постоянном нахождении людей в выработке ширина выработки в свету (рис. 1.5), мм

*В = а+в+*с ,

где *а* - min зазор между машиной и стенкой со стороны прохода людей, мм.

Толщина дорожного покрытия составляет 0,1…0,3 м.

Ширина выработки вчерне, мм *В1= В+2δ*.

Площадь сечения выработки в свету, м2 *Sсв= В (h+0,26В)*.

Площадь сечения выработки вчерне, м2 *Sч= В1 (h3+0,26В1)*.

Периметр выработки в свету,мм *Рсв= 2 h2+2,33В*.



Рис. 1.5. Поперечное сечение выработок для самоходного оборудования

а – транспортных; б – погрузочно-доставочных и доставочных; 1 – магистрали сжатого воздуха и воды; 2 – знак пешеходной дорожки; 3 – подвеска светильников; 4 – знак ограничения скорости (20 км/ч); 5 – вентиляционная труба; 6 – крепление кабелей; 7 – самоходная машина; 8 – водоотливная канавка; 9 – пешеходный трап; 10 – знак, запрещающий движение людей

1. **Составление паспорта крепления на проведение горной выработки**

Для расчета горного давления при проведении горных выработок используют гипотезу образования свода естественного равновесия проф. М.М. Протодьяконова с поправками П.М. Цимбаревича. Прочностные размеры крепи можно определить по расчетным нагрузкам. Расчет конструкции крепей выполняется по несущей способности, на устойчивость проверяются только сборные рамные крепи.

**3.1 Расчет рамной деревянной крепи**

**Расчет крепи при наличии давления со стороны кровли и отсутствии давления со стороны боков.**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рис.2.9.Схемы к расчету нагрузки на крепь при трапециевидной форме выработки | Рис.2.10.Схемы к расчету нагрузки на крепь при неустойчивой кровле и боках трапециевидной форме выработки |

Если кровля неустойчива (nк ≤ 1), а бока выработки устойчивы (nб ≥4), то расчетная нагрузка на крепь определяется по расчетной схеме рис. 2.9. и табл. 2.1. В этом случае опреде­ляют только прочные размеры верхняка и затяжки, поскольку стойки являются малонагруженными элементами и поэтому не рассчитываются. Диаметр стойки по конструктивным соображе­ниям принимают равным диаметру верхняка.

Таблица 2.1.

**Формулы для расчета нагрузки на рамную крепь**

|  |  |
| --- | --- |
| Расчетные параметры | Формулы |
| Высота свода ес­тественного равновесия  | b=а/tgϕ |
| Интенсивность давления | $$q\_{н}=b∙γ$$ |
| Нагрузка на верхняк рамы  | $$Q=\frac{4}{3}\frac{а^{2}γL}{tgφ}$$ |

Диаметр верхняка при отсутствии запаса прочности пород кровли (nк ≤ 1), м

$ d=1,61а\sqrt[3]{\frac{γ∙L∙n\_{п}}{m∙tgφ∙[δи]}}$ ,

где а — полупролет выработки вчерне по кровле, м;

*γ*— удельный вес пород, Н/м3;

 *L* — расстоя­ние между крепежными рамами, м;

[*δи*]—допускаемое на­пряжение на изгиб для круглых материалов, (16 МПа по СНиП II.4-71) Па;

 *m* — коэффициент условий работы для шахтной крепи, равный 0,85;

φ — угол внутреннего трения горных пород;

 *nп* — коэффициент перегрузки, равный 1,2.

Таблица 2.2.

**Среднее значение показателей физико-механических свойств древесины при 15 % влажности**

| Порода дерева | Плотность,г/см3 | Предел прочности, МПа |
| --- | --- | --- |
| присжатиивдольволокон | пристатическомизгибе | прирастяжениивдольволокон | при скалываниив направлении |
| радиальном | тангенциальном |
| Бук | 0,65 | 46,0 | 94,0 | 129,0 | 10,0 | 13,0 |
| Дуб | 0,72 | 52,0 | 94,0 | 129,0 | 8,5 | 10,5 |
| Ель | 0,46 | 42,0 | 77,5 | 122,0 | 5,0 | 5,0 |
| Лиственница | 0,68 | 51,5 | 97,0 | 129,0 | 11,5 | 12,5 |
| Кедр | 0,44 | 35,0 | 64,5 | 78,0 | 5,5 | 6,0 |
| Пихта (сибирская) | 0,39 | 33,0 | 58,5 | — | 6,0 | 6,5 |
| Пихта (кавказская) | 0,44 | 39,0 | 72,0 | 112,0 | 7,5 | 8,0 |
| Сосна | 0,53 | 44,0 | 79,0 | 115,0 | 7,0 | 7,5 |
| Ясень | 0,71 | 51,0 | 115,0 | — | 14,0 | 13,0 |

Толщина затяжки из обапол (для nк < 1), м

$δ=1,45L\sqrt{\frac{γ∙a∙n\_{п}}{m∙tgφ∙[δи]∙n\_{к}}}$ ,

где *а* — полупролет выработки вчерне по кровле, м;

*γ*— удельный вес пород, Н/м3;

 *L* — расстоя­ние между крепежными рамами, м;

[δи] — допускаемое на­пряжение на изгиб для некруглых материалов (13 МПа по СНиП II.4-71), Па.

 *m* — коэффициент условий работы для шахтной крепи, равный 0,85;

φ — угол внутреннего трения горных пород;

 *nп* — коэффициент перегрузки, равный 1,2.

Толщина затяжки из обрезных досок, м

$δ=0,97L\sqrt{\frac{γ∙a∙n\_{п}}{m∙tgφ∙[δи]∙n\_{к}}}$ .

**Расчет крепи при наличии давления со стороны кровли и боков.**

Если кровля и бока неустойчивы, то расчет деревянной крепи при трапециевидной форме сечения выработки ведут в такой последовательности.

Определяют высоту свода обрушения *b1* при отсутствии в кровле запаса прочности (nк ≤ 1 и nб ≤ 1)

Рассчитывают диаметр *d* верхняка с учетом запаса прочности, м, по формуле

$d=1,7а\sqrt[3]{\frac{b\_{1}∙γ∙L∙a^{2}∙n\_{п}}{m∙[δи]∙n\_{к}}}$ ,

где *b1* - высота свода обрушения, м;

*а* — полупролет выработки вчерне по кровле, м;

*γ*— удельный вес пород, Н/м3;

 *L* — расстоя­ние между крепежными рамами, м;

[*δи*]—допускаемое на­пряжение на изгиб для круглых материалов, (16 МПа по СНиП II.4-71) Па;

 *m* — коэффициент условий работы для шахтной крепи, равный 0,85;

φ — угол внутреннего трения горных пород;

 *nп* — коэффициент перегрузки, равный 1,2;

*nк* — запас прочности пород кровли, при nк ≤ 1 подставляют nк=1.

Можно рассчитать расстояние между крепежными рамами при известном диаметре верхняка, м

 $L= \frac{m∙[δи]∙d ^{2}∙n\_{к} }{1,7^{3}∙γ∙b\_{1}∙a^{2}∙n\_{п}}$ .

При заданном расстоянии между рамами определяют рас­четную нагрузку на верхняк; нормативную нагрузку Q1 или Q2 определяют по формулам, приведенным в табл.2.3.

Таблица 2.3.

**Формулы для расчета нагрузки на рамную крепь**

|  |  |
| --- | --- |
| Расчетные параметры | Формулы |
| Высота свода ес­тественного равновесия  | $$b\_{1}=\frac{а+h∙ctg\frac{90+φ}{2}}{tgφ}$$ |
| Интенсивность давления со стороны кровли | $$q\_{1}=b\_{1}∙γ$$ |
| Нагрузка на верхняк рамы  | $$Q=2∙a∙ q\_{1 }∙L$$ |
| Интенсивность бокового давления у кровли | $$q\_{к}=q\_{1}∙tg^{2}\frac{90-φ}{2}$$ |
| Интенсивность бокового давления у почвы (*h* - высота выработки. м) | $$q\_{п}=(b\_{1}+h)∙γ ∙tg^{2}\frac{90-φ}{2}$$ |
| Боковое давление | $$D\_{1}=0,5(q\_{к}+q\_{п})∙h$$ |

Принимают диаметр стойки равным диаметру верхняка и проверяют стойку на сложное сопротивление от силы сжатия и поперечного изгиба под действием боковой силы *D* (см. рис. 2.10). Боковое давление (нагрузку) *D* определяют по формулам, приве­денным в табл. 2.3.

Определяют осевое расчетное усилие на одну стойку, Н

*Р = 0,5·Qр·sin α= 0,5·Q·nп*·*sin α ,*

где *nп* — коэффициент перегрузки, равный 1,2;

 *α*  — угол наклона стойки, равный 80…85°

Определяют расчетною длину стойки *l0* и коэффициент про­дольного изгиба *ψ* для стойки

при гибкости λ < 75 *ψ* =1-0,8(λ100)2,

при гибкости λ >75 *ψ* = 3100/ λ2.

Гибкость λ цельных элементов определяется по формуле

λ = *l0* /*r* ,

где *l0* — расчетная длина элемента (стойки), м;

*r* — радиус инерции сечения элемента, равный (J/F)1/2,

где J и F — момент инерции и площадь поперечного сечения. Для круглого сечения J= 0,1· d4.

Расчетную длину *l0* определяют путем умножения действитель­ной длины на коэффициент: при обоих шарнирно закрепленных концах — 1; при одном закрепленном и другом свободно нагру­женном конце — 2; при одном защемленном и другом шарнирно закрепленном конце — 0,8; при обоих защемленных концах - 0,65.

Диаметр леса для стоек принимают равным диаметру верхняка и проверяют по допускаемому напряжению на сжатие с учетом продольного изгиба и наклона стоек, МПа

$δ\_{сж}=\frac{P}{F\_{с}∙ψ}+\frac{D∙l\_{0}}{4,5W}\leq \left[σ\_{сж}\right]$ ,

где Р — давление горных пород на крепежную раму, МПа;

F — площадь попереч­ного сечения стойки, м2,

*ψ = 1-0,007(l/i)*— коэффициент уменьшения допускаемого напряжения (*l* — длина стойки, м; *i =(d/4)* наименьший радиус инерции стойки, *d —* диаметр стойки, м).

W — момент сопротивления стойки, равный 0,1×d3, м3.

Если условие не выдерживается, то необходимо увеличить диаметр стойки.

**3.2 Расчет набрызг-бетонной крепи**

Набрызг-бетонную или торкрет-бетонную крепь применяют для поддержания средней крепости и крепких трещиноватых горных пород с целью предотвращения вывалов. Торкрет-бетонное или набрызг-бетонное покрытие контуров горной выработки, как правило, применяется при прямоугольно-сводчатой форме выработок.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рис. 2.11.Схемы к расчету нагрузки на крепь при прямоугольно-сводчатой форме выработки | Рис. 2.12.Схемы к расчету нагрузки на крепь при неустойчивой кровле и боках прямоугольно-сводчатой формы выработки |

Таблица 2.4.

**Формулы для расчета нагрузки на набрызг-бетонную крепь**

|  |  |
| --- | --- |
| Расчетные параметры | Формулы |
| Высота свода ес­тественного равновесия (h0 - высота свода, м) | b=(а/tgϕ) - h0 |
| Интенсивность давления | $$q\_{н}=b∙γ$$ |
| Нагрузка на крепь кровли  | $$Q=\frac{4}{3}a\left(\frac{a}{tgφ}-h\_{0}\right)γL$$ |

Таблица 2.5.

**Формулы для расчета нагрузки на набрызг-бетонную крепь рис.2.12**

|  |  |
| --- | --- |
| Расчетные параметры | Формулы |
| Высота свода обрушения$$Θ=(45+φ/2)$$ | $$b\_{к}=\frac{а+h\_{1}∙ctgΘ}{tgφ}-h\_{0}$$ |
| Высота свода ес­тественного равновесия  | $$b\_{1}=b\_{к}+h\_{0}$$ |
| Интенсивность давления со стороны кровли | $$q\_{1}=b\_{к}∙γ$$ |
| Нагрузка на крепь кровли  | $$Q=2∙a∙ q\_{1 }∙L$$ |
| Интенсивность бокового давления на высоте вертикальной стенки | $$q\_{с}=b\_{1}∙γ∙tg^{2}\frac{90-φ}{2}$$ |
| Интенсивность бокового давления у почвы (*h1*- высота вертикальной стенки, м)) | $$q\_{п}=(b\_{1}+h\_{1})∙γ ∙tg^{2}\frac{90-φ}{2}$$ |
| Боковое давление | $$D\_{1}=0,5(q\_{с}+q\_{п})∙h\_{1}$$ |

Средняя толщина крепи (м) из набрызгбетона, если ширина выработки менее 6 м и породы кровли не имеют запаса прочности (когда nк < 1), определяют по формуле

 $δ=k∙a\sqrt{\frac{q\_{н}∙n\_{п}}{m∙R\_{р}}}$ ,

где *k* — коэффициент, зависящий от типа крепи (табл. 2.6);

*а* — шаг крепи для выработки, закрепленной только набрызг-бетоном, ширина вырезанной для расчета полосы бесконечной длины равна 1 м;

*qн* — интенсивность нормативного давления со стороны кровли, рассчитываемая в зависимости от метода расчета горного давления (см. табл.2.4), Па;

*nп* — коэффициент перегрузки, равный 1,2;

*m* — коэффициент условий работы, равный 0,85 для неармированного набрызг-бетона и 1 для армированного;

*Rp —* расчетное сопротивление набрызг-бетона растяжению (табл.2.7), Па.

Толщину постоянной крепи с учетом возможного развития горного давления необходимо увеличить на 30 %.

Таблица 2.6.

**Значение коэффициента *k* в зависимости от типа и шага крепи**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Крепь выработки | Шаг крепи, м | Коэффициент *kr* |
| Набрызгбетон | - | 0,35 |
| Анкера и набрызгбетон | 0,8—1,5 | 0,25 |
| Арки и набрызгбетон | 0,9—1,2 | 0,35 |
| 1,2—1,5 | 0,38 |

Таблица 2.7.

**Сопротивление (МПа) набрызг-бетона различным нагрузкам**

| Виды сопротивлений | Марки набрызг-бетона |
| --- | --- |
| 300 | 400 | 500 |
| Нормативное осевому сжатию (призменная прочность) | 21,0 | 28,0 | 35,0 |
| Нормативное сжатию при изгибе | 26,0 | 35,0 | 44,0 |
| Нормативное осевому растяжению | 2,3 | 2,7 | 3,1 |
| Временное растяжению при изгибе | 4,8 | 5,5 | 7,0 |
| **Расчетное осевому сжатию** (призменная прочность): |  |  |  |
| армированные конструкции | 13,0 | 17,0 | 20,0 |
| неармированные конструкции | 11,5 | 15,5 | 18,0 |
| Расчетное сжатию при изгибе: |  |  |  |
| армированные конструкции | 16,0 | 21,0 | 25,0 |
| неармированные конструкции | 14,0 | 18,0 | 22,0 |
| ***Расчетное осевому растяжению:*** |  |  |  |
| армированные конструкции | 1,15 | 1,35 | 1,55 |
| неармированные конструкции | 1,04 | 1,22 | 1,40 |
| Расчетное растяжению при изгибе | 2,1 | 2,4 | 2,8 |

Формулы, аналогичные по написанию применяют для расчета толщины набрызг-бетона при наличии дав­ления со стороны боков, только вместо *qн* подставляется значение интенсивности бокового давления на уровне почвы выработки *qп*, а при наличии запаса прочности в боках вместо *nк* ставится значе­ние *nб*. Толщину набрызг-бетона принимают по расчету, но не менее 30 мм, толщину торкрет-бетона не менее 20 мм.

**3.3 Расчет анкерной крепи**

Выбор типа анкера можно сделать в зависимости от коэффициента крепости пород по рекомендациям табл. 2.8.

Таблица. 2.8.

**Несущая способность анкеров**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Анкер | Коэффициенткрепостипород | Несущаяспособность,кН | Примечание |
| Клинощелевой | 6…10 | <70 | При 10<*f*<6 прочность закрепления замка резко уменьшается  |
| Распорно-конусный | <4 | >70 |
| Распорно-конусный | <4 | <70 |
| Распорно-клиновой | >4 | <20 | Практически несущая способность замка при *f* > 4 60…80 кН, полное сцепление замков с породой достигается при натяжении 40…50 кН |
| Железобетонный | Любой | <250 | Несущая способность дана при полном заполнении шпура бетоном |
| Сталеполимерный | Любой | 140 | Заполнение шпура полимер-бетоном 0,25…0,3 м, начальное натяжение 35…60 кН |

Расчет несущей способности железобетонного и сталеполимерного анкеров ведут в следующей последовательности.

Определяется расчетная несущая способность стержня (Н) в железобетонном или сталеполимерном анкере

*Pс = F·Rp·m,*

где *F*—площадь поперечного сечения стержня, (диаметр 0,016) м2;

*Rp*—расчетное сопротивление материала стержня растяжению (*Rp =* 210МПа - для горячекатаной круглой гладкой стали класса A-I, *Rp* = 270 МПа - для стали периодического профиля класса А-II, *Rp* = 360 МПа -для стали периодического профиля класса А-III );

*т*—коэффициент условий работы стержня анкера, который в обычных условиях работы можно принять равным 0,9…1.

Расчетная несущая способность стержня анкера (Н) из условия прочности его закрепления в бетоне (или полимербетоне)

$Р\_{з}=πd\_{c}τ\_{1}l\_{з}k\_{1}m\_{1}$,

где *dc*—диаметр арматурного стержня, м;

τ1—удельное сцепление стержня с бетоном, Па;

*lз*—расчетная длина заделки, м;

*k1*—поправоч­ный коэффициент условий работы замка, значение которого прини­мают при сухой скважине (шпуре) 0,8, при влажной—0,6…0,7.

Согласно экспериментальным данным для марки бетона М 300 и М 400 τ1= 11…12 МПа; для полимербетона на эпоксидной смоле τ1 = 20 — 24 МПа. Прочность закрепления стержня периодического профиля диаметром 0,02…0,022 м при длине заделки 0,3…0,4 м в цементном бетоне и 0,2…0,25 в полимербетоне соответствует его прочности на разрыв. Поэтому расчетную длину заделки для цементного бетона принимают равной 0,35 …0,5 м, для полимербетона 0,25…0,3 м.

На основании экспериментальных данных величину поправочного коэффициента рекомендуется принимать из табл. 2.9.

Таблица. 2.9.

**Поправоч­ный коэффициент условий работы замка анкера**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *lз* | 0,1 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,4 |
| *k1* при цементном бетоне | 1 | 0,65 | 0,62 | 0,58 | 0,55 |
| *k1* при полимербетоне | 1 | 0,75 | 0,72 | 0,68 | 0,65 |

Расчетная несущая способность замка (Н) из условия его сдвига относительно стен шпура

$Р\_{з}^{'}=πd\_{ш}τ\_{2}l\_{з}m\_{1}$,

где *dш* — диаметр шпура, м;

τ2 — удельное сцепление бетона или полимербетона с породой, Па;

*m1* — коэффициент условий работы замка, равный при сухом шпуре—0,9, при влажном—0,75, при капеже из шпура — 0,6.

При водоцементном отношении (В/Ц) 0,5 и марке бетона М 500 сцепление с известняками — 1 МПа, порфиритами — 1,1 МПа, гранодиоритами — 1,4 МПа.

Сцепление полимербетона с известняками —3 МПа, со сланцами — 2…2,5 МПа.

В качестве расчетной несущей способности анкера *Ра* принимается меньшее из значений *Рс, Р3*или $Р\_{з}^{'}$.

Длина анкера (от 1 до 2,5 м)

*lа= lв+lп+lз ,*

где *lв*— глубина зоны возможного обрушения пород, соответствующая высоте свода обрушения, а при сводчатой кровле — разности между высотой свода обрушения и подъемом свода выработки, м;

*lп* — длина выступающей из сква­жины части анкера (0,05…0,2 м), м;

***l3***— величина заглубления замковой части анкера в устой­чивую зону пород (0,3…0,4 м), м.

$lз=0,4\sqrt{\frac{d^{2}∙σ\_{р}}{k\_{р}}}$*,*

где δр — временное сопротивление материала штанги на разрыв;

*kp* — допусти­мое сопротивление породы на разрыв, МПа (для пород средней крепости *kp = 0,1…0,2*, для крепких *kp = 0,3…0,5*).

При этом высота свода обрушения, м

$b^{'}=\frac{L^{'}}{2tgφ}$ ,

где $φ$ — угол внутреннего трения пород;

*L'* — ширина свода обрушения, м.

$L^{'}=L+2h∙tg\frac{90-φ}{2}$*,*

где *L* — ширина выработки, м;

*h* — высота выработки, м.

Длину анкера принимают равной не менее 1,2 м (в среднем 1,2…1,8 м). Максимальная длина обычно не превышает 2,5 м.

Плотность расстановки штанг в кровле выработки, шт/м2

$s=q\_{н}n\_{п}/Р\_{а}$,

где *qн*—нормативное давление со стороны кровли, Па;

 nп – коэффициент перегрузки, 1,2.

Расстояние между анкерами в кровле при расположении их по квадратной сетке (от 0,9…1,2 м и более), м $а=\sqrt{1/s}$. (2.20)

Плотность расстановки анкеров ***s'*** в боку выработки, м

$s^{'}=q\_{п}n\_{п}/Р\_{а}$ *,*

где *qn*—интенсивность бокового давления у почвы, зависящая от расчетной схемы горного давления, формы выработки и запаса прочности пород, Па.

Расстояние между анкерами (м) в боку выработки

 $а^{'}=\sqrt{1/s^{'}}$.

Количество закрепляющего состава (см3)

V=0.825 (*di2 - dc2*) *lз* ,

где *dш, dc* — диаметр соответственно шпура и армирующего стержня см;

 *lз* — длина заделки анкера в бетон или полимер­бетон. Длина заделки в полимербетоне принимается равной 20…25 см. Объем одной ампулы полимербетона равен 200 или 250 см3.

**3.4 Расчет комбинированной крепи**

Если выработка закреплена только анкерной крепью, то в ме­стах интенсивной трещиноватости возможны отдельные вывалы или осыпание породы между анкерами. Вывалы возможны, когда размер структурного блока массива в 3…4 раза меньше расстояния между анкерами. В этом случае прибегают к комбинированной крепи. После установки анкеров выработку дополнительно крепят набрызг-бетоном; иногда покрытие набрызг-бетоном производят по проволочной сетке.

По практическим данным, высота навала между анкерами мо­жет достигать половины расстояния между анкерами. Форму вы­вала принято считать пирамидальной.

Для расчета интенсивности нагрузки на набрызг-бетонную крепь со стороны кровли при пирамидальном вывале высотой 0,5*а*1 и дли­ной стороны при основании пирамиды *а*1 можно использовать фор­мулу, кН/м2

$q\_{н}=0,17а\_{1}∙γ$,

где *а*1 — расстояние между анкерами, м;

*γ*—удельный вес пород, кН/м3;

Если расстояние а3 между рядами анкеров больше, чем между анкерами в ряду, то в формулу вместо *а1* подставляется зна­чение а3>а1.

При комбинирован­ной крепи длину анкера определяют по формуле, м

$l\_{а}=\frac{В\_{1}}{\sqrt{f}}+К$ ,

где *В1* — ширина выработки вчерне, м;

*f* — коэффициент кре­пости пород по М. М. Протодьяконову;

*К* — коэффициент, при­нимаемый равным 0,4…0,5 при *В1 ≤* 3,5 м и 0,15…0,2 при *В1* >3,5 м.

Расчеттолщины набрызг-бетонного покрытия ведут по фор­муле

 $δ=k∙a\sqrt{\frac{q\_{н}∙n\_{п}}{m∙R\_{р}}}$ ,

где *k* — коэффициент, зависящий от типа крепи (табл. 2.6);

*а* — шаг крепи для выработки, м;

*q* — интенсивность горного давления, МПа;

*Rp —* расчетное сопротивление набрызг-бетона растяжению (табл. 2.7), МПа.

Толщину покрытия следует принимать не менее 30 мм.

**3.5 Расчет металлической арочной податливой крепи**

Арочные податливые крепи предназначаются для крепления горизонтальных и наклонных выработок, находящихся как в зоне влияния очистных работ, так и в зоне установившегося горного давления при условии отсутствия пучащих пород в почве выработки; арочная трехзвенная крепь может быть применена в выработках, смещение кровли в которых не превышает 300 мм, пятизвенная — при смещении кровли более 300 мм.

Расчета арочной крепи проводят по следующей методике:

1. Определяется интенсивность нормативного давления со стороны кровли и боков выработки по расчетной схеме, представлен­ной на рис. 2.13.

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 2.13. Схема к расчету горного давления арочной податливой крепи |
|  |
| Рис. 2.14. Схема к расчету элементов арочной податливой крепи  |

а. Высота свода обрушения при запасе прочности пород кровли nк ≤ 1 будет равна, м

$b\_{1}=\frac{0,5∙l+h\_{0}∙ctgΘ}{tgφ}$,

где *h0* — высота арки, м;

 *l* — ширина арки по почве, м;

φ — угол внутреннего трения горных пород,

$Θ=(45+φ/2)$,

б.Интенсивность нормативной нагрузки на 1 м ширины выработки со стороны кровли, кН/м

$q=b\_{1}∙γ∙L$ ,

где *b1* — высота свода обрушения, м;

 *γ* — удельный вес пород, Н/м3;

 *L* — расстояние между арками, м.

в. Нормативная боковая нагрузка на арку, (Н перевод в кН), кН

$D=0,5∙γ∙L∙h\_{0} (2 b\_{1}+h\_{0})∙tg^{2}\frac{90-φ}{2}$,

где *γ* — удельный вес пород, Н/м3;

2. Рассчитывается горизонтальный распор Н, кН

$H=\frac{ql^{2}}{8h\_{0}}-\frac{D∙r}{h\_{0}}$ ,

где *l* — ширина выработки по поч­ве, м;

 *h0* — высота арки, м;

D — упру­гий отпор боковых пород, кН;

*r —* радиус верхней дуги арки, м.

3. Рассчитывают опорные реакции, кН

$A=B=\frac{ql}{2}$ ,

где *l* — ширина выработки по поч­ве, м.

4. Рассчитываются координаты опасного сечения, м

$x\_{0}=\sqrt{r^{2}-\frac{(H+D)^{2}}{q^{2}}}$*,* $y\_{0}=\sqrt{r^{2}-x\_{0}^{2}}+h$ *,*

где *Н* - горизонтальный распор, кН;

 *D* — упру­гий отпор боковых пород, кН;

*r —* радиус верхней дуги арки, м;

*q* - интенсивность нагрузки со стороны кровли, кН/м;

 *х0*- координаты по оси х, м;

 *h* - высота выработки от почвы до центра осе­вой дуги арки, м.

Таблица. 2.10.

**Параметры выработок закрепленных арочной крепью**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Площадь сечения выработки, м2 | Номер профиля | Ширина арки попочве выработ­ки, м | Высота арки, м | Радиус осевойдуги, м | Высота от почвы вы­работки до центра осе­вой дуги, м | Значение коэффи­циента упругого отпора бо­ковых пород |
| 5,5 | 14 | 2,5 | 2,5 | 1,2 | 1,3 | 38,2 |
| 6,5 | 17 | 3,2 | 2,6 | 1,5 | 1,1 | 42,8 |
| 7,5 | 17 | 3,2 | 2,8 | 1,5 | 1,3 | 47,8 |
| 8,5 | 19 | 3,5 | 2,8 | 1,7 | 1,1 | 53,5 |
| 10,5 | 22 | 4,2 | 3,1 | 2,0 | 1,1 | 66,0 |
| 12,0 | 27 | 4,7 | 3,3 | 2,2 | 1,1 | 76,5 |
| 14,5 | 27 | 5,0 | 3,3 | 2,3 | 1,1 | 89,5 |
| 17,2 | 27 | 5,2 | 3,4 | 2,4 | 1,2 | 98,3 |

5. Рассчитывается максимальный изгибающий момент. кН·м

$M\_{max}=A\left(\frac{l}{2}-x\_{0}\right)-\frac{q}{2}\left(\frac{l}{2}-x\_{0}\right)^{2}-H∙y\_{0}-D\left(y\_{0}-h\right)$*,*

где *А* - опорные реакции, кН;

 *l* — ширина выработки по поч­ве, м;

 *x0*- координаты по оси х, м;

 *Н* - горизонтальный распор, кН;

 *y0* - координаты по оси Y, м;

*D* — упру­гий отпор боковых пород, кН;

 *h* - высота выработки от почвы до центра осе­вой дуги арки, м.

6. Определяется момент сопротивления изгибу, м3

$W=\frac{M\_{max}}{\left[δ\_{и}\right]}$*,* (получаем в м3 перевод в см3)

где Ммах - максимальный изгибающий момент, кПа;

[δи] — допускаемое напряжение на поперечный изгиб материала крепи, (2100 (ст.3) … 2300 (ст.5) кПа) кПа.

7. Подбирается номер проката спец.профиля по табл. 2.11.

Таблица. 2.11.

**Характеристика профиля СВП - Сталь горячекатаная профильная для крепи горных выработок типа СВП ГОСТ 18662—73**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование и профиля (ГОСТ) | Площадьпоперечного сечения, см2 | Теоретическая масса, кг | Ось Х-Х | Ось Y-Y | WхWy | Коэф. использования ма­териала |
| момент инерции, Jх, см4 | момент сопротивления, Wх, см3 | момент инерции, Jy, см4 | момент сопротивления, Wy, см3 | WхQ | WyQ |
| 14 | 18,70 | 14,7 | 184,0 | 40,7 | 282,3 | 46,1 | 0,88 | 2,77 | 3,14 |
| 17 | 21,73 | 17,1 | 243,4 | 50,3 | 382,3 | 57,9 | 0,87 | 2,94 | 3,38 |
| 19 | 24,44 | 19,2 | 322,8 | 61,3 | 464,0 | 67,0 | 0,91 | 3,20 | 3,48 |
| 22 | 27,91 | 21,9 | 428,6 | 74,8 | 566,3 | 77**,**8 | 0,94 | 3,40 | 3,54 |
| 27 | 34,37 | 27,0 | 646,1 | 100,2 | 731,5 | 97,8 | 1,04 | 3,78 | 2,62 |

8. Определяется сила осевого сжатия, кН

$N\_{X0}=A\frac{x\_{0}}{r}-q\left(\frac{l}{2}-x\_{0}\right)\frac{x\_{0}}{r}-H∙\frac{y\_{0}-h}{r}-D\frac{\left(y\_{0}-h\right)}{r}$,

9. Рассчитывается общее напряжение в опасном сечении, Па

$σ=\frac{M\_{max}}{W}+\frac{N}{F}$ ,

где *F* — площадь поперечного сечения профиля, см2 (табл.).

10. Если σ < [σи], то арка будет прочной. В противном случае следует уменьшить расстояние между арками или увеличить про­филь проката.

**3.6 Составление паспорта крепления горной выработки**

Основным документом производства работ по креплению горной выработки является паспорт крепления, который должен содержать графическую часть и пояснительную записку (текстовую часть) (рис. 2.15).

Пояснительная записка (текстовая часть) пас­порта крепления должна содержать:

* *характеристику выработки* (форма, площадь и размеры сечения), вид откатки, характеристику откаточных путей, тип и емкость откаточных сосудов и пр.;
* *характеристику пород* (их наименование, категорию крепо­сти, устойчивость и пр.);
* обоснование выбора типа и конструкции крепи;
* *характеристику крепи* (конструкция крепи, материал, рас­стояние между рамами, глубина лунок, характеристика затяжки кровли и боков выработки, количество рам на 1 м выработки, расстояние между анкерами, тип и размер опорных элементов, способ закрепления замка анкеров и т. д.);
* *размеры элементов крепи* (длина и диаметр стоек, верхняков, затяжек, анкеров, диаметр и глубина шпуров под анкера), сор­тамент материалов;
* *расход материалов на 1 м крепления*;
* *дополнительные замечания* (наличие притока воды в выра­ботке и пр.).

*Графическая часть паспорта* крепления должна содержать:

* *поперечный разрез выработки в масштабе 1:50*, на котором должны быть показаны конфигурация и размеры выработок, конструкция и размеры постоянной и временной крепи, угол наклона стоек, расположение затяжек, размеры зазоров между крепью и вагонеткой, размеры водосточной канавки, расположе­ние откаточных путей;
* *продольный разрез выработки в масштабе 1:50* с указанием расстояний между крепежными рамами, анкерами, а также до­пустимого отставания от забоя постоянной и временной крепи;
* *детали крепи в масштабе 1:10* (конструкция замка крепеж­ных рам, заделка стоек в подошву выработки и т. д.).



Рис. 2.15. Состав паспорта крепления горной выработки

1. **Составление паспорта БВР на проведение горной выработки**

**4.1. Выбор и расчет зарядов ВВ и средств инициирования**

***Выбор марки взрывчатого вещества***

***Марка взрывчатого вещества*** для разрушения пород в конкретных горно-геологических условиях должна соответствовать следующим параметрам.

***Начальное детонационное давление***:

Рн=(0,00126 ρnСn ─ 1,7·103), кПа,

где ρn – плотность горных пород, кг/м3;

Сn – скорость распространения продольных волн в массиве, м/с

Если в геологических отчетах не имеются данные о ***скорости распространения продольных волн*** в разных породах, то ее следует вычислить по формуле:

$С\_{п}=\sqrt{\frac{Е}{ρ\_{п}}\frac{1-μ}{\left(1+μ\right)\left(1-2μ\right)}}$ ; Сп =800-8700 м/с

где Е – модуль Юнга, Н/м2;

µ - коэффициент Пуассона

***Скорость детонации:***

D=1450[Pн/ρвв]0,5, м/с

где ρвв – плотность патронированного ВВ (при гранулитах – плотность заряжания), кг/м3.

***Теплота взрыва:***

Qv=[Рн/(2(n-1) ρвв)]103, кДж/кг

где n - показатель адиабаты, зависящий от плотности ВВ, кг/м3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *n* | 2,2 | 2,3 | 3,0 | 3,2 | 3,4 |
| *ρвв* | 500 | 750 | 1000 | 1250 | 1750 |

***По значениям скорости детонации D и теплоте взрыва Qv выбирают марку ВВ*** и определяют ***скорость детонации при фактической плотности заряжания***.

* для гранулитов Dф=Dт+3500(∆з-∆н), м/с;
* для патронированных ВВ Dф=Dт+3500(ρвв-1), м/с;

где ∆з и ∆н – плотность заряжания и насыпная плотность ВВ, г/см3;

Dт – табличная скорость детонации (для гранулитов при насыпной плотности, для патронированных ВВ при плотности 1г/см3).

Перечень взрывчатых веществ разрешенных к применению Ростехнадзором РФ приведены в табл. 3.3. и 3.4.

Таблица 3.3. Характеристика порошкообразных ВВ (II класс).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Марка ВВ | КислородныйБаланс, % | Теплота взрыва,кДж/кг | Плотность патронированного ВВ, г/см3 | СкоростьДетонации, км/с | Идеальная работа взрыва, кДж/кг |
| 1 | Аммонал, dп=32мм | +0,18 | 4932 | 0,95…1,1 | 4,2\*…4,6\*\* | 3940 |
| 2 | Аммонал М10, dп=32мм | -4,82(-5,8) | 5645(5290) | 0,95…1,2 | 4,2\*…4,8\*\* | 4450 |
| 3 | Аммонал М10 в полиэтилене dп=32, 60,90 | -4,82 | 5645 | 0,95…1,2 | 4,2\*…4,8\*\* | 4450 |
| 4 | Аммонал скальный №1 | -0,78 | 5684(5710) | 1,0…1,1 | 4,2\*…4,6\*\* | 4440 (4670) |
| 5 | Аммонал Э-5, патронированный | Нет данных. При испытаниях равноценен Детониту М |
| 6 | Аммонит 6ЖВ dп=31-32мм. 36-37 мм | -0,53 | 4305 | 1,0…1,2 | 3,6\*…4,8\*\* | 3561 |
| 7 | Аммонит 6ЖВ в полиэтилене dп=60, 90мм | -0,53 | 4305 | 1,0…1,2 | 3,6\*…4,8\*\* | 3561 |
| 8 | Детонит Мdп=28,32,36 мм | +0,18 | 5786 | 0,92…1,2 | 4,9…5,3 | 4316 |

 \* - Нормативная скорость детонации при плотности 1 г/см3.

 \*\* - Достигнутая скорость детонации.

Таблица 3.4. Характеристика гранулированных ВВ (II класс)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| п/п | Марка ВВ | Кислородныйбаланс, % | Теплота взрыва,кДж/кг | Идеальная работа взрыва, кДж/кг | Насыпная плотность, г/см3 | Плотность заряжания, г/см3 | СкоростьДетонации, км/с |
| 1 | Акванал АРЗ-8Н | -2,7 | 5018 | 4140 | 0,9…0,92 | 1,2…1,25 | 2,5\*…3,5 |
| 2 | Акванит АРЗ-8 | -1,3 | 6040 | 496 | 0,8…0,85 | 1,25…1,3 |  |
| 3 | Гранулит А-6 | -2,0 | 4640 | 3570 | 0,8…0,85 | 1,2 | 4,2\*…5,0 |
| 45 | Гранулит АС-4АС-4В | +0,41+0,35 | 45224522 | 36453645 | 0,85…0,90,8…0,85 | 1,2…1,251,2…1,25 | 3,6\*…4,23,6\*…4,2 |
| 67 | Гранулит АС-8АС-8В | +0,34-3,3 | 51915233 | 39933997 | 0,87…0,950,8…0,85 | 1,2…1,251,2…1,25 | 3,6\*…4,23,6\*…4,2 |
| 8 | Гранулит Д-5 | +1,2 | 3788 | - | 0,9…0,95 | 1,2…1,25 | 3,6\* |
| 9 | Гранулит М | +0,14 | 3852 | 3163 | 0,7…0,82 | 1,2…1,25 | 3,0\*…3,2 |
| 10 | Граммонит 79/21 | +0,02 | 4285 | 3561 | 0,8…0,85 | 0,85…0,9 | 3,8\*…4,8 |
| 11 | Гранулит-игданит | Нет данных. |

\* - Нормативные характеристики при насыпной плотности.

**4.2. Расчет параметров БВР и составление схемы расположения шпуров**

***Определение оптимальных параметров шпуровых зарядов***

***Параметрами шпуровых зарядов*** являются ***длина, глубина, число и диаметр шпуров, расстояние между ними и линия наименьшего сопротивления, масса заряда в шпуре и расход взрывчатых веществ на цикл.***

***Расчетное определение параметров шпуровых зарядов*** является ***прогнозным*** и требует обязательной ***проверки взрыванием трех комплектов шпуровых зарядов***, на основании которых в паспорт БВР вносят коррективы.

**Сущность методики расчета параметров шпуровых зарядов предложенной Н.М. Покровским состоит в следующем:**

* **по нормативной скорости проведения горной выработки определяют глубину шпуров**

$l\_{шп}=^{V\_{м}∙T\_{см}}/\_{n∙m∙η∙T\_{ц}}$ ,

где *Vм* – нормативная скорость, м/мес (табл.5 и 6);

*n* – число рабочих смен в сутки;

*m* –число рабочих дней в месяц;

*η* – коэффициент использования шпура (КИШ), неудовлетворительный 0,65-0,85, нормальный 0,85-0,9, хороший более 0,9;

*Тсм и Тц* – продолжительность смены и проходческого цикла, соответственно, ч;

Таблица. Нормативы скоростей проведения откаточных выработок

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Основное проходческое оборудование | Площадь сечения выработки в свету, м2 | Скорость проходки, м/мес. |
| Без крепи | Анкерная крепь | Анкерная крепь в сочетании с торкретбетоном (=30-50 мм) | Анкерная крепь в сочетании с набрызгбетоном (=150-170 мм) | Арочная крепь | Бетонная крепь | Железобетонная крепь |
| *f*=10-15 | *f*=16-18 | *f*=19-20 | *f*=10-15 | *f*=16-18 | *f*=7-9 | *f*=10-15 | *f*=7-9 | *f*=10-15 | *f*=4-9 | *f*=10-15 | *f*=4-9 | *f*=4-9 |
| Самоходная бурильная установка с двумя перфораторами (СБУ-2) и погрузочная машина (ПМ) с технической производительностью 1,5-2,0, м3/мин. | 7-12 | 145-110165-130 | 125-95145-110 | 105-75125-90 | 130-100145-115 | 115-85130-100 | 135-105150-120 | 125-95140-110 | 100-80105-85 | 95-75100-80 | 110-90115-95 | 100-80110-85 | 85-6590-70 | 80-6085-65 |
| СБУ-2 и ПМ с технической производительностью 5,0-5,3, м3/мин. | 12-18 | 120-100140-120 | 105-80125-100 | 85-60105-80 | 110-90130-110 | 95-70115-90 | 115-95135-115 | 105-85125-105 | 90-75100-85 | 85-7095-80 | 100-80110-90 | 90-70100-80 | 70-6075-65 | 65-6070-65 |

Примечание. В числителе - нормативы при применении бурильных установок с пневматическими перфораторами, в знаменателе - с гидравлическими. *f*- коэффициент крепости пород по шкале проф. Протодьяконом.

Таблица. Нормативы скоростей проведения подэтажных выработок

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Основное проходческое оборудование | Площадь сечения выработки в свету, м2 | Скорость проходки, м/мес. |
| Без крепи | Анкерная крепь | Анкерная крепь в сочетании с набрызгбетоном (=30-50 мм) | Арочная крепь |
| *f*=10-15 | *f*=16-18 | *f*=19-20 | *f*=10-15 | *f*=16-18 | *f*=7-9 | *f*=10-15 | *f*=4-9 | *f*=10-15 |
| Самоходная бурильная установка с двумя перфораторами (СБУ-2) и ковшовая погрузочно-транспортная машина (ПТМ) грузоподъемностью 2т | 6-9 | 185-160215-180 | 165-135185-160 | 135-105165-130 | 170-140190-165 | 145-120160-140 | 165-135185-150 | 150-125165-145 | 100-90110-100 | 95-85105-95 |
| СБУ-2 и ковшовая ПТМ грузоподъемностью 3 т | 8-10 | 170-160200-180 | 150-135175-160 | 120-100150-130 | 155-140180-170 | 130-120160-140 | 150-140165-155 | 140-125155-145 | 100-90105-100 | 95-85100-95 |
| СБУ-2 и ковшовая ПТМ грузоподъемностью 5 т | 9-15 | 170-140205-165 | 145-115170-140 | 115-85145-105 | 160-120180-145 | 130-95155-120 | 150-120170-140 | 140-110160-130 | 100-80110-90 | 95-75105-85 |
| СБУ-2 и ковшовая ПТМ грузоподъемностью 8 т | 12-15 | 160-145185-170 | 135-120160-145 | 105-90130-110 | 140-125165-150 | 115-100140-125 | 135-125155-145 | 125-115145-135 | 90-85100-95 | 85-8095-90 |
| СБУ-2 и ПТМ с ковшом и кузовомгрузоподъемностью 4 т | 7-11 | 160-120175-140 | 140-105160-125 | 115-85135-105 | 140-110165-130 | 120-95140-110 | 135-110150-120 | 125-100145-115 | 90-75100-85 | 85-7095-80 |
| СБУ-2 и ПТМ с ковшом и кузовом грузоподъемностью 7 т | 10-15 | 155-125170-145 | 130-100150-120 | 105-75120-90 | 135-110160-125 | 115-85130-100 | 135-110145-120 | 120-100135-120 | 85-7595-85 | 80-7090-80 |

Примечание. В числителе - нормативы при применении бурильных установок с пневматическими перфораторами, в знаменателе - с гидравлическими. *f*- коэффициент крепости пород по шкале проф. Протодьяконом.

* **рассчитывают количество шпуров на забой**

Для расчета удельного расхода ВВ применяется эмпирическая формула М. В. Покровского, которая определяет количество ВВ, необходимое для подрыва 1 м3 породы

$q=q\_{0}∙k\_{w}∙k\_{c}∙e$*,* кг/м3,

где q0 – удельный нормальный расход ВВ, рассчитанный для некоторых стандартных условий, (табл.6) кг/м3;

е – коэффициент работоспособности BB;

e=Аэт/АВВ

где АВВ - идеальная работа взрыва принятого ВВ (табл. 3.3, 3.4), кДж/кг;

 Аэт - идеальная работа взрыва эталонного ВВ – аммонита 6ЖВ, 3561 кДж/кг;

kw – коэффициент, учитывающий зажим породы;

$$k\_{w}=\frac{3∙l\_{шп}}{\sqrt{S}}$$

где *lшп* – длина шпура, м;

*S* – площадь забоя, м2.

kс – структурный коэффициент, (табл.7).

Таблица 3.6. Удельный нормальный расход ВВ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Коэф. крепости пород | Породы | Удельный расход условного ВВ, кг/м3 |
| 15-20 | Очень крепкие породы (граниты, гнейсы, базальты, кварцитовые песчаники, филлиты, известняки, песчаники и др.)  | 1,2-1,5 |
| 10-14 | Плотные граниты, кварцитовые песчаники, диориты, монолитные мелкозернистые песчаники и известняки | 1,0-1,1 |
| 7-9 | Некрепкие граниты, плотные песчанки и известняки, колчеданы, крепкие мраморы, доломиты | 0,7-0,9 |
| 4-6 | Крепкие песчанистые и песчанисто-глинистые сланцы. Сланцевые и глинистые песчаники, мягкие песчаники и известняки. | 0,4-0,6 |
| 2-3 | Сланцы средней крепости, плотный мергель, слабые песчанистые сланцы | 0,2-0,3 |
| до 2 | Слабые сланцы. уголь | 0,15 |

Таблица 3.7. Структурный коэффициент пород

|  |  |
| --- | --- |
| Типы пород | структурный коэффициент kс |
| Вязкие, упругие, пористые породы | 2,0 |
| Дислоцированные с неправильным залеганием и мелкой трещиноватостью | 1,4 |
| Со сложным залеганием м меняющийся крепостью; с напластованием, перпендикулярным направлению шпура | 1,3 |
| Массивно-хрупкие | 1,1 |
| Монолитные средней крепости | 1,0 |

Расход ВВ на одну заходку определяется из соотношения

$Q\_{зар}=q∙V\_{зах}$ *,* кг

где q – удельный расход ВВ, кг/м3.

Vзах – объем заходки, м3.

 $V\_{зах}=S∙l\_{шп}∙η$

где *lшп* – длина шпура, м;

 η – коэффициент использования шпура (КИШ);

Средняя масса шпурового заряда

$q\_{ср}=\frac{π∙d\_{з}^{2}}{4}∙l\_{шп}∙k\_{з}∙Δ$*,*

где *dз* - диаметр заряда в шпуре, м;

 *lшп* – длина шпура, м;

*kз* – коэф. заполнения шпура 0,5-0,85;

 Δ – плотность ВВ, кг/м3.

 Количество шпуров в забое находится по расходу ВВ и массе шпурового заряда

 $N=\frac{Q\_{зар}}{q\_{ср}}$.

* **рассчитывают линию наименьшего сопротивления и расстояние между шпурами**

Линия наименьшего сопротивления (обычно 0,5-0,8 м)

$W=d\_{з}\sqrt{\frac{0.786∙k\_{з}∙Δ}{m∙q}}$,

где *dз* - диаметр заряда в шпуре (при патронированных ВВ меньше диаметра шпура при *f=*3-20 соответственно на 7-11 мм), м;

*kз* – коэф. заполнения шпура;

Таблица 3.8. Коэффициенты заполнения шпуров по СНИП 3.03.02-84 при использовании патронированных ВВ в шахтах, неопасных по газу и пыли

|  |  |
| --- | --- |
| Вид выработок, диаметр патрона, мм | Коэффициенты заполнения шпуров при прочности пород, МПа (по ГОСТ 25100—82) |
| от 30 до 90 | от 91 до 200 |
| Вертикальные: 32; 36; 40 | 0,4 - 0,5 | 0,5 - 0,65 |
| 45 | 0,35 - 0,45 | 0,45 - 0,5 |
| Горизонтальные и наклонные: 24; 28 | 0,35 - 0,7 | 0,75 - 0,85 |
| 32; 36 | 0,3 - 0.6 | 0,6 - 0,85 |
| 40 | 0,3 - 0,5 |  0,5 - 0,75 |

 Δ – плотность ВВ, кг/м3;

m – коэффициент сближения зарядов;

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ƒ | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| *m* | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |

q – удельный расход ВВ, кг/м3.

 Расстояние между шпурами, м

$$а=W∙m$$

* **выбирают тип вруба и рассчитывают количество шпуров по группам**

***По принципу действия врубы*** разделяются на ***отрывающие*** (клиновые, пирамидальные), в которых шпуры наклонены к оси выработки и ***разрушающие*** (прямые, призматические, щелевые) с ориентировкой шпуров параллельно оси выработки.

На основе практических данных установлена ***область применения различных врубов***: в ***массивных породах*** наиболее эффективным является ***пирамидальный вруб*** в центральной части забоя. к***линовый вруб*** применяют в ***слоистых породах***. ***Прямые врубы*** (щелевой и призматический) могут применяться в ***выработках малых сечений и длине заходки*** .

Таблица 3.9. Условия применения врубов

| Тип вруба | Схема вруба | Характеристика и условия применения |
| --- | --- | --- |
| Вертикальный клиновой вруб |  | Состоит из 4…10 шпуров. Применяют в однородных породах любой крепости при вертикальном на­правлении трещиноватости или напластования в горизонтальных и на­клонных выработках с площадью сечения более 6 м2. Угол наклона к плоскости забоя 65-70º. Глубина заходки 1,5…2,2 м., длина врубовых шпуров 1,8…2,6 м. |
| Горизонтальный клиновой вруб |  | При горизонтальном напластовании пород. В выработках с площадью сечения более 4 м2. Угол наклона к плоскости забоя 65…75º. Глубина заходки 1,5…2,0 м., длина врубовых шпуров 1,8…2,6 м. |
| Пирамидальный вруб |  | Число шпуров 4, распо­лагаются в виде четы­рехгранной пирамиды. Применяется в плотных монолитных крепких, ре­же в слоистых крепких породах при проведении горизонтальных, наклон­ных и вертикальных вы­работок. Угол наклона к плоскости забоя 65…75º. Глубина заходки 1,5…2,0 м, длина врубовых шпуров 1,8…2,6 м.  |
| Двойной клиновой вруб |  | Состоит из 4…6 шпуров вспомогательного вруба и 4…10 шпуров основно­го вруба. Шпуры вспомогательного вруба имеют глубину около половины глубины основных шпу­ров. Применяется по осо­бо крепким монолитным породам, позволяет применить шпуры большой глубины в горизонтальных и наклонных выработках |
| Щелевой вруб |  | Шпуры вруба располага­ются в один ряд на рас­стоянии 10…20 см друг от друга, заряжаются че­рез один, взрывают одновременно, незаряженные шпуры исполняют роль дополнительных обнаженных поверхностей. Применяется в породах крепких или средней крепости, а также при нали­чии прослойки более мяг­кой породы, в выработ­ках любого сечения. Ще­левой вруб может быть на всю высоту выработки или только на ее часть. Длина врубовых шпуров 2,5…4,0 м. |
| Призматический вруб |  | Состоит из 3…5 шпуров, образующих трех-пятигранную призму. Приме­няется в породах моно­литных средней крепости, слабых и в угольных за­боях горизонтальных и наклонных выработок шахт. Расстояние между врубовыми шпурами 10…20 см, Длина врубовых шпуров 2,5…4,0 м. |
| Крестообразный вруб |  | Состоит из 8 шпуров, рас­положенных по углам двух четырехгранных призм. Шпуры, располо­женные по углам меньшей призмы, не заря­жаются. Расстояние между шпурами 10…20 см. Применяется в по­родах крепких и очень крепких монолитных при проведении горизонталь­ных и наклонных выработок. |
| Спиральный вруб |  | Состоит из 5…10 шпуров, расположенных по спи­рали и пробуренных пер­пендикулярно забою вы­работки. Расстояние между шпурами увеличи­вается по спирали от 8…15 до 30…50 см. Заряжаются все шпуры, кроме центрального. Применяется в горизон­тальных и наклонных выработках малой площади сечения (меньше 3,5 м2) в породах моно­литных крепких и весьма крепких, или с напластованием параллельным забою.  |
| Призматический с центральной скважинной |  | Состоит из 4 шпуров и центральной незаряжаемой скважины. Расстоя­ния от всех шпуров до скважины одинаковы. Применяется при прове­дении горизонтальных и наклонных выработок в крепких трудновзрываемых породах. |
| Спиральный с центральной скважинной |  | Состоит из 4…6 шпуров и центральной незаряжаемой скважины. Расстоя­ние между шпурами и скважиной увеличивает­ся по спирали. Применя­ется при проведении го­ризонтальных и наклон­ных выработок в креп­ких и весьма крепких трудновзрываемых поро­дах. |
| Призматический ярусный вруб |  | Состоит из 6 шпуров, образующих шестигранную призму. Приме­няется в породах средней крепости и крепких забоев горизонтальных и наклонных выработок. Расстояние между врубовыми шпурами 10…20 см, Длина врубовых шпуров более 2,0 м. Во врубе сперва взрываются 3 шпура первого яруса, образуя полость, а затем с замедлением взрываются шпуры второго яруса. |

Врубы отрывающей группы более распространенны, но их глубина лимитируется шириной выработки (В):

***lвр = (0,5 – 0,9)В,***

Ориентировочная глубина шпура (заходки) при клиновом врубе определяется из условия размещения бурового оборудования

$$l\_{з}=\frac{B}{4∙tg\left(\frac{α}{2}\right)}$$

где В – ширина выработки, м;

α - угол наклона врубовых шпуров, º.

***Количество врубовых шпуров* при клиновом врубе**

$$N\_{вр}=\frac{2h}{a}+2$$

где *h* - высота (длина) вруба, м;

 *а* – расстояние между парами врубовых шпуров, м.

Расстояние между устьями врубовых шпуров

$$а\_{вр}=\frac{2l\_{з}}{tgα}+0,2$$

где *lз* - величина заходки, м;

α - угол наклона врубовых шпуров, º.

Таблица 3.10. Рациональные параметры клиновых врубов в различных группах пород

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа крепости пород по СНИП | Коэф. крепости пород | Расстояние между парами сходящихся шпуров, м | Угол наклонна врубовых шпуров, град | Значение коэф. С |
| IV-V | 1-6 | 0,5 | 70 | 9 |
| VI | 6-8 | 0,45 | 68 | 8 |
| VII | 8-10 | 0,40 | 65 | 7 |
| VIII | 10-13 | 0,35 | 63 | 6 |
| IX | 13-16 | 0,30 | 60 | 5 |
| X | 16-18 | 0,25 | 58 | 4 |
| XI | 20 | 0,20 | 55 | 3 |

Длина врубового шпура

$$l\_{вр}=^{l\_{шп}}/\_{sinα}$$

где *lшп* - длина шпура, м;

α - угол наклона врубовых шпуров, º.

Шпуры разрушающей группы позволяют осуществлять заходки большей величины:

***lвр = (1,1 – 1,3)В.***

Минимальное расстояние между шпурами, при котором образуется щель

$$а\_{щ}=с∙d\_{з}∙\sqrt{\frac{ρ}{е∙ρ\_{п}}}$$

где с –коэф. акустической жесткости взрываемой породы, (табл. 10);

 *dз* - диаметр заряда в шпуре, м;

 ρ – плотность заряжания, кг/м3;

е – коэффициент работоспособности BB;

ρ – плотность породы, кг/м3.

***Количество врубовых шпуров* при щелевом врубе**

$$N\_{вр}=\frac{2h}{a\_{щ}}+1$$

где *h*щ- высота (длина) вруба *h*щ *=1,4W,*  м;

 *а*щ– расстояние между шпурами щелевого вруба, м.

***Количество врубовых шпуров* при прямых врубах**определяется опытным путём взрыванием зарядов в забое при этом расстояние между шпурами принимают от 2dшп до (5-6)dшп, расстояние между незаряжаемыми и первыми заряжаемыми шпурами рекомендуется устанавливать в 1,5-2,0 dн.шп (диаметра незаряжаемого шпура).

Длина врубового шпура при прямых врубах принимается на 20-30 см больше среднй длины шпура.

В прямых врубах различных конструкций заряжают все шпуры, часть шпуров или используют врубовые скважины (или шпуры по­вышенного диаметра), которые обычно не заряжают.

В прямых врубах расстояние между заряжаемыми шпурами составляет 10—30 см, а в очень крепких породах — 5—10 см. Рас­стояние между центрами холостого и заряженного шпуров не должно превышать *а =* (2—3)*d* (здесь *d* — диаметр холостого шпура при изменении *f* от 16—18 до 10—12).

Число компенсационных шпуров в прямом врубе

N0 = (η∙lш /А)3 /V0

где г) — к. и. ш.,;

*lш* — глубина шпура, см;

*А* = 9,35 — масштаб­ный коэффициент;

*V0* — объем холостого шпура, см3.

Зная *N*о, можно принять соответствующую конструкцию вруба. При диаметре шпуров от 42 до 56 мм глубина вруба всех шпуров при этих конструкциях может быть принята от 2,2 до 3 м.

Пример N0 = (0,87∙185/9,35)3/2560 = 2,

*V0 = π∙d2∙ lш / 4 =* 3,14∙4,22∙185/4 = 2560 см3.

Для расширения врубовой полости в прямых врубах применяют вспомогательные шпуры, которые должны располагаться на расстоянии, не превышающем диаметра этой полости или л. и. с. При размещении в забое вспомогательных шпуров л. н. с. можно принять по табл.

|  |  |
| --- | --- |
| Коэффициент крепости пород *f* | Л. н. с. (м) в зависимости or работоспособности ВВ, см1 |
| 350-395 | 400 и выше |
| 7—8 | 0,66—0,70 | 0,72—0,80 |
| 9—11 | 0,60—0,64 | 0,66—0,70 |
| 12—14 | 0,52—0,50 | 0,60—0,64 |
| 15—18 | 0,45—0,50 | 0,52—0,60 |
| 19—20 | 0,42—0,45 | 0,45—0,56 |

Определяют длины шпуров в комплекте, исходя из средней глубины шпуров, углов их наклона к плоскости забоя и величины перебура (для врубовых шпуров). Рассчитывают суммарную длину всех шпуров.

После выбора типа и размеров вруба отбойные и оконтуривающие шпуры располагают равномерно по всей оставшейся площади забоя.

***Число оконтуривающих шпуров***

$$N\_{ок}=\frac{Р}{а}-1$$

где *Р* – периметр выработки, м;

 *а* – расстояние между оконтуривающими шпурами, м.

***Расстояние между шпурами*** принимают равным:

- для отбойных шпуров $а=W∙m $= 0,6-1,2 м.

где m – коэффициент сближения зарядов.

- для оконтуривающих шпуров $а=W$=0,6-0,8 м.

 ***Число отбойных шпуров***

$N\_{от}=N-(N\_{вр}+N\_{ок})$*.*

* **по полученным данным строят схему расположения шпуров**

***После определения количества шпуров*** на забое выработки необходимо составить ***схему размещения шпуров на забое*** горной выработки. При размещении шпуров следует учитывать следующие правила:

1 – шпуры размещаются по площади забоя относительно равномерно, чтобы была обеспечена равномерная работа каждого шпура;

2 – минимальное расстояние между зарядами должны быть таким, чтобы исключалась возможность детонации;

3 – размещение шпуров должно обеспечивать отбойку породы в контурах выработки согласно проекта с наибольшим КИШ;

4 – необходимо обеспечить равномерное дробление породы до необходимой крупности кусков.

Оконтуривающие шпуры располагают на расстоянии от контура выработки при коэф. крепости пород *f*<16 на 15-25 см и при *f*≥16 на 10-15 см.



Рис. 3.1. Пример схемы расположения шпуров в забое выработки

* **находят расход ВВ и СВ строят схему заряда ВВ в шпуре**

ВВ распределяется по шпурам в соответствии с их назначением:

масса зарядав в отбойных шпурах $q\_{отб}=q\_{ср}$, врубовых шпурах $q\_{вр}=(1,1-1,2)q\_{ср}$, оконтуривающих шпурах $q\_{ок}=(0,8-0,9)q\_{ср}$.



Рис. 3.2. Пример схемы конструкции заряда в шпуре

 При использовании патронированных ВВ находится количество патронов в шпуре по группам

$$n=q/q\_{п}$$

где qп - масса патрона ВВ (табл. 3.11), кг.

Таблица 3.11. Размеры и масса патронов ВВ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Диаметр патрона, мм | Длина патрона, мм | Масса ВВ, гр |
| 24 | 210-250 | 100 |
| 28 | 220-260 | 150 |
| 32 | 220-265 | 200 |
| 36 | 250-255240-320 | 250300 |
| 40 | 270-320 | 400 |

 Фактический расход ВВ, кг:

- для гранулированного ВВ $Q\_{ф}=q\_{вр}N\_{вр}+q\_{отб}N\_{отб}+q\_{ок}N\_{ок}$

 том числе: на патроны боевики $q\_{п.б}=q\_{п}∙N$

 гранулированного ВВ $q\_{гр}=Q\_{ф}-q\_{п.б.}$

- для патронированного ВВ $Q\_{ф}=q\_{п}\left(n\_{вр}N\_{вр}+n\_{отб}N\_{отб}+n\_{ок}N\_{ок}\right)$

***При построении схемы заряда в шпуре*** выбирают способ взрывания и порядок инициирования заряда, рассчитывают длину заряда, длину забойки.

Взрывание шпуровых зарядов при проведении горных выработок разрешено Росгортехнадзором РФ двумя способами: ***электрическим и при помощи систем неэлектрического инициирования*** (Нонель, Искра).

***Порядок инициирования зарядов прямой*** – при электрическом способе и системе неэлектрического взрывания и ***обратный*** – при электрическом при применении достаточно защищенных электродетонаторов от блуждающих токов и электростатического электричества, системе неэлектрического инициирования.

Длина заряда, м:

- для гранулированного ВВ $l\_{з}=l\_{п.б}+l\_{гр}$

$$l\_{гр}=\frac{4∙q\_{гр}}{π∙d\_{з}^{2}∙Δ}$$

- для патронированного ВВ $l\_{з}=n∙l\_{п}$

где *lп.б*. – длина патрона боевика, м

 *lгр*  - длина заряда гранулированного ВВ, м,

*dз* - диаметр заряда в шпуре, м;

 Δ – плотность ВВ, кг/м3.

Длина забойки должна быть не менее 30% от длины шпура.

* **рассчитывают взрывную сеть**

Средства инициирования шпуровых зарядов приведены в табл.3.12. В таблице не приведены электродетонаторы предохранительного типа ЭДКЗ-П, ЭДКЗ-ОП, (мгновенного действия), ЭД-КЗ-35-П, ЭД-КЗ-ПК, ЭД-КЗ-ПМ. Так как их характеристика приведены в перечне 2002 года.

Таблица 3.12.Средства инициирования взрывчатых веществ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| п/п | Наименование | Номер, датаразрешения | Группа совм-ти | ГОСТ(ТУ) | Условия применения, назначения |
| 1 | Капсуль-детонатор КД-8С | №08-10/223 от 04.04.97 | В | ГОСТ6254-85 | Для изготовления 3Т и инициирования боевиков. |
| 2 | Огнепроводные шнуры ОШАОШП | 302/84, 12.01.8488/71, 26.04.71 | GG | ГОСТ3470-80 | В сухих и обводненных условиях |
| 3 | ЗП-Б | 298/83, 29.12.83 | G | ТУ84-207-81 | Для поджигания пучка ОШ |
| 4 | ЭЗ-ОШЭЗ-ОШ-К | 387/87, 16.10.87 | G | ТУ84-207-81 | Для поджигания ОШ |
| 5 | Трубка электрозажигательная ЭЗТ-2 | 88/71, 28.04.71 | G | ТУ84-205-80 | Для поджигания ОШ |
| 6 | ЭД-8Э, ЭД-8-Ж | 88/71, 28.04.71 | В | ГОСТ9089-75 | Для инициирования боевиков |
| 7 | Система ЭД-24 (не чувствительны к блуждающим токам и статическому электричеству) взрывное устр-во УВВ-1Прибор контроля Р-214 | 413/9106.02.91 | В | ДИМВ 773957003 ТУТУ25-04-90ТУ25-04-90 | Для инициирования боевиков с замедлением до 10с(15 серии) |
| 8 | ЭД-1-8-Т мгновенного и ЭД-1-3-Т замедленного действия (36 серии)(антистатический) | 263/81, 24.07.81 | ВВ | ДИМВ773951300 ТУ | Для инициирования боевиков с замедлением до 10с. |
| 9 | ЭД-З-Н короткозамедленного и замедленного действия(непредохранит.)  | 284/81, 24.07.81 | В | ДИМВ773951300 ТУ | Для инициирования боевиков с замедлением до 10с. (36 серии) |
| 10 | Нонель (фирмы «Дино Нобель», Швейцария | 08-10/88, 15.02.9608-10/1130, 22.11.01 | В | SS4990707 | Для инициирования боевиков |
| 11 | Искра, включает устройства Искра -П, Искра -С, Искра -Ш | 04-35/339, 15.09.9704-35/481, 28.07.9808-10/751, 01.11.9908-10/752, 09.08.01 | D | ДИШВ773979.008 (007 и 010) ТУ | Для инициирования боевиков с замедлением до 10с (49 серий)  |

Для пневмозаряжания шпуров гранулированными ВВ разрешены к применению следующие ***зарядчики: Курама, РПЗ-0,6; типа ЗП (ЗП-2; ЗП-5; ЗП-12; ЗП-25), ПЗЛ, ПЗЖ(ПШК), Ульба-10, Ульба-0; Ульба-150, Ульба-150И***.

Таблица 3.14. Характеристика взрывных приборов и машинок

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | КВП-1/100М | ПИВ-100М | КПМ-3 | ВМК.-500 |
| Максимальное число одновременно взрываемых ЭД нормальной чувствительности при их последовательном соединении | 100 | 100 | 200 | 800 |
| Номинальное сопротивление взрывной Э сети при последовательном соединении Д, Ом | 320 | 320 | 600 | 2100 |
| Номинальная емкость конденсатора-накопителя, мкф | 10 | 10 | 4 | 3,3 |
| Номинальное напряжение на конденсаторе-накопителе, В | 600—650 | 610—670 | 1600 | 3000 |
| Расчетный взрывной импульс тока, А2-мс | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Время подачи импульса, мс | 2-4 | 2-4 | Не ограничено | Не ограничено |
| Время заряжания конденсатора-накопителя до номинального напряжения, с | 8-15 | 8 | - | 20 |
| Источник питания | Три элемента 373 | Три элемента 373  | Генератор переменного тока | Генератор переменного тока |
| Масса (без футляра), кг | 2,5 | 2,7 | 1,6 | 6,5 |

Определяют параметры БВР и заносят их в табл. 3.15.

Таблица 3.15. Параметры БВР

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№****серии** | **№****шпура** | **Степень замедления, мс** | **Марка средства инициирования** | **Глубина шпуров, м** | **Масса заряда, кг** | **Масса забойки, м** |
|  |  |  |  |  |  |  |

Степень замедления зарядов зависит от вида взрываемых зарядов (врубовые, оконтуривающие, отбойные) и от групп соединения. При электрическом способе и системе неэлектрического инициирования заряды шпуров клинового вруба взрываются мгновенно, у прямых врубов замедление между зарядами зависит от типа вруба. Отбойные шпуры взрываются с замедлением в десятки милисекунд, оконтуривающие от десятка до сотни милисекунд.

*Таблица*

Номинальное время замедления устройства ИСКРА-Ш.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование устройства | Время замедления, мс | Наименование устройства | Время замедления, мс |
| ИСКРА-Ш -0 | 2,5 | ИСКРА-Ш -500 | 500 |
| ИСКРА-Ш -20 | 20 | ИСКРА-Ш -600 | 600 |
| ИСКРА-Ш -40 | 40 | ИСКРА-Ш -700 | 700 |
| ИСКРА-Ш -60 | 60 | ИСКРА-Ш -800 | 800 |
| ИСКРА-Ш -80 | 80 | ИСКРА-Ш -900 | 900 |
| ИСКРА-Ш -100 | 100 | ИСКРА-Ш -1000 | 1000 |
| ИСКРА-Ш -125 | 125 | ИСКРА-Ш -2000 | 2000 |
| ИСКРА-Ш -150 | 150 | ИСКРА-Ш -3000 | 3000 |
| ИСКРА-Ш -175 | 175 | ИСКРА-Ш -4000 | 4000 |
| ИСКРА-Ш -200 | 200 | ИСКРА-Ш -5000 | 5000 |
| ИСКРА-Ш -250 | 250 | ИСКРА-Ш -6000 | 6000 |
| ИСКРА-Ш -300 | 300 | ИСКРА-Ш -7000 | 7000 |
| ИСКРА-Ш -350 | 350 | ИСКРА-Ш -8000 | 8000 |
| ИСКРА-Ш -400 | 400 | ИСКРА-Ш -9000 | 9000 |
| ИСКРА-Ш -450 | 450 | ИСКРА-Ш -10000 | 10000 |

* **рассчитывают показатели БВР**

Общая длина шпуров

$$ΣL=l\_{вр}N\_{вр}+l\_{отб}N\_{отб}+l\_{ок}N\_{ок}$$

Удельный расход бурения на 1 м3 горной массы, м/м3

$$Δl=\frac{ΣL}{S∙l\_{шп}∙η}$$

Удельный расход ВВ на 1 м3 горной массы, кг/м3

$$Δq=\frac{Q\_{ф}}{S∙l\_{шп}∙η}$$

Таблица 3.16. Показатели буровзрывных работ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Показатели** | **Ед.измерения** | **Количество** |
| 1 | Тип выработки |  |  |
| 2 | Площадь сечения выработки | м2 |  |
| 3 | Длина выработки | м |  |
| 4 | Категория пород |  |  |
| 5 | Коэффициент крепости |  |  |
| 6 | Диаметр шпура | мм |  |
| 7 | Тип вруба |  |  |
| 8 | Общее количество шпуров– в т.ч. врубовых– вспомогательных– оконтуривающих |  |  |
| 9 | Общая длина шпуров | м |  |
| 10 | Длина шпуров:– врубовых– вспомогательных– оконтуривающих | ммм |  |
| 11 | Подвигание забоя за взрыв | м |  |
| 12 | Коэффициент использования шпуров |  |  |
| 13 | Объём отбитой горной массы | м3 |  |
| 14 | Расход взрывчатых веществ | кг |  |
| 15 | Расход средств взрывания | (шт, м) |  |
| 16 | Способ взрывания |  |  |
| 17 | Источник тока |  |  |
| 18 | Удельный расход шпурометров | м/м3 |  |
| 19 | Удельный расход ВВ | кг/м3 |  |

**Составление паспорта БВР**

***Паспорт БВР*** на проведение основных типов горных выработок состоит из ***семи раз­делов и графической части***.

***Разделы паспорта БВР*** включают:

* ***Характеристику выработки*** (сведения о наименова­нии выработки, форме, площади и размерах поперечного сече­ния (ширина, высота) в проходке).
* ***Характеристику пород*** (наименование пород, их категории крепости согласно единой классификации по буримости и коэффициенты крепости по шкале проф. М. М. Протодьяконова. Сведе­ния о трещиноватости и обводненности пород).
* ***Ис­ходные технологические данные*** (наименования типа вруба, характеристик средств бурения, наименование ВВ и средств ини­циирования (СИ), способов заряжания и взрывания, источника электрического тока).
* ***Параметры буровзрывных работ*** (номера шпуров, их глубина (длина), углы на­клона, массу зарядов в каж­дом шпуре; число серий взрывания и последовательность, материал забойки и ее величина).
* ***Основные показатели буровзрывных работ*** (КИШ, число шпуров на забой, величину продвигания забоя за взрыв, объем горной массы, оторванной за взрыв. Расход ВВ и СИ на цикл, удельные расходы ВВ и СИ на 1 м проходки и на 1 м3 горной массы).
* ***Меры безопасности*** (сведения о месте расположения взрывного пункта, укрытия взрывника и рабочих, о размерах опасной зоны, месте расположения постов оцепления, времени производства взрывов, сигналах и об ответ­ственных за выставление постов оцепления и вывод людей, а также механизмов из забоя или за пределы опасной зоны; время проветривания забоя после взрыва, применяемые при этом вентиляторы (марка и тип) и мероприятия по осаждению пыли).
* ***Дополнительные сведения и замечания***.

***Графическая часть включает***:

* ***схему расположения шпуров*** (масштаб **1 : 50**, на схеме показывают три вида: вид на забой, вид сверху и вид с сбоку или вид на забой и два взаимно перпендикулярных вида сбоку для вертикальных выработок );
* ***схему конструкции заряда*** (вид и место основного заряда ВВ в шпуре и патрона-боевика с указанием марки ВВ, величины забойки);
* ***схему монтажа взрывной сети***.



 Рис. 3.3. Состав паспорта буровзрывных работ на проведение горной выработки

1. **Выбор проходческого оборудования**

Для проведения и крепления горизонтальных и наклонных выработок по буровзрывной технологии выбирают, как пра­вило, соответствующий набор оборудования, обеспечивающий выполнение основных и вспомогательных проходческих процес­сов, определяющей в котором является погрузочная машина или бурильная установка.

**Бурение шпуров** занимает 20-40% общей продолжительности и трудоемкости проходческого цикла и производится переносными перфораторами на пневмоподдержках или распорных колонках (УПБ, ЛКР-IУ) и бурильными установками УБШ.

 В выработках сечением от 6 м2 и более рекомендуется применять шахтные бурильные установки (буровые каретки) с колонковыми пневматическими перфораторами или гидроперфораторами Российского производства или фирм "Эпирок" и "Линден Алимак" (Швеция), "Ингерсол Рэнд" и "Гарднер Денвер" (США), " Sandvik " (Финляндия).

***Расчет производительности шахтных бурильных установок***

При ударно-вращательном бурении перфораторами с незави­симым вращением бура оптимальная частота вращения (с-1) бу­рового инструмента

*пвр* = 145/*d*,

где *d—*диаметр шпура, мм.

Формула справедлива при 35< *d* <80 мм.

Начальная механическая скорость бурения (мм/с) (перевести после расчета в м/мин) — скорость бурения первого метра шпура или скважины ударно-вращательными установками

,

где *А*—энергия удара перфоратора, Дж;

*п—*частота ударов, Гц;

*d*—диаметр шпура, мм;

 *f*—коэффициент крепости пород.

Таблица 4.1. Технические характеристики колонковых пневматических перфораторов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип перфоратора** | **Масса, кг** | **Длина, мм** | **Диаметр поршня, мм** | **Ход поршня, мм** | **Расход воздуха, м3/мин** | **Частота ударов,** **с-1** | **Энергия удара, Дж** | **Мощность, кВт** | **Крутящий момент, Н м** | **Диаметр коронки, мм** | **Максимальная глубина бурения, м** | **Осевое усилие подачи, Н** |
| ПК60А | 60 | 600 | 110 | 40 | 9,1 | 45 | 95 | 5,25 | 160 | 40-65 | 25 | 8000 |
| ПК75А | 75 | 700 | 125 | 55 | 13 | 37 | 176 | 8,1 | 255 | 45-85 | 50 | 10000 |

Таблица 4.2. Технические характеристики гидравлических перфораторов **с**истемы COPROD

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип перфоратора** | **COP 1132** | **COP 1238** | **COP 1638** | **COP 1838МЕ** | **COP 2238** |
| Ударная мощность max, кВт | 11  | 15 | 16 | 18 | 22 |
| Энергия удара, Дж | 110 | 240 | 267 | 330 | 300 |
| Частота ударов, Гц | 100 | 60 | 60 | 60 | 73 |
| Рабочее давление, max, бар | 210 | 250 | 266 | 300 | 340 |
| Скорость вращения, об/мин | 0-320/500 | 0-300 | 0-190/310 | 0-210 | 0-210/ 275/340/460 |
| Рабочее давление вращателя, бар | 225 |  | 210 | 210 | 150/175 |
| Крутящий момент, max, Н м | 330/550 | 500 | 520/660 | 545/740 | 430/545/700/740 |
| Масса (с хвостовиком), кг  | 75 | 151 | 170 | 170 | 170 |
| Длина (без хвостовика), мм  | 735 | 1002 | 1008 | 1008 | 1008 |
| Диаметр бурения, мм | 33-51 | 33-89 | 38-76 | 38-76 | 41-76 |

Таблица 4.3. Технические характеристики гидравлических перфораторов **с**истемы HLX

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип перфоратора** | **HLX5** | **HL510** | **HL710** | **HL1060** | **HL1560T** |
| Ударная мощность max, кВт | 20 | 16 | 19,5 | 25 | 33 |
| Энергия удара, Дж | 330 | 267 | 350 | 417 | 500 |
| Частота ударов, Гц | 67 | 59 | 45-52 | 33-38 | 30-40 |
| Рабочее давление, max, бар | 120-220 | 120-175 | 100-190 | 90-160 | 90-200 |
| Скорость вращения, об/мин |  | 0-250 | 0-180 |  |  |
| Рабочее давление вращателя, бар | 175 | 175 | 200 | 160 | 200 |
| Крутящий момент, max, Н м | 400 | 470-750 | 1335 | 2115-2540 | 1710-2330 |
| Масса (с хвостовиком), кг  | 210 | 130 | 245 | 470 | 470-490 |
| Длина (без хвостовика), мм  |  |  | 1035 |  |  |
| Диаметр бурения, мм | 43-64 | 43-51 | 64-115 | 89-152 | 89-152 |

Эксплуатационная производительность (м/смену) подсчитыва­ется исходя из длительности смены, затрат времени на подгото­вительно-заключительные операции и простои по организацион­ным причинам:

,

где *Тсм*—длительность смены, мин;

*Тпз*—время на подготови­тельно-заключительные операции, 20…40мин;

*Ton*—время организаци­онных простоев, 30 мин;

*Тп*—время перегона установки, 20…30 мин;

 *kг —* коэффициент готовности 0,9;

*R —* число бурильных машин на установке;

*ko —* коэффициент од­новременности, *kо=* 1; 0,8; 0,7 при числе бу­рильных машин соответственно 1; 2; 3;

*υ*н— начальная механиче­ская скорость бурения шпуров, м/мин;

*υ*ох — скорость обратного хода бурильной головки, 16 (12-24) м/мин;

*Тз—*время замены резца (ко­ронки), 2 мин;

*В—* стойкость резца (коронки) на одну заточку, м;

*Тн—* время наведения бурильной машины с одного шпура на другой, 1 мин;

*Тзб—* время забуривания шпура (скважины), 2 мин;

*т—*число шпуров в забое.

*L—*глубина шпура, м.

Здесь α—декремент затухания энергии силового импульса. Его величина зависит от глубины шпура или скважины, типа перфора­тора. Для перфоратора с геликоидальной парой величина декре­мента α наибольшая.

Перфораторы с независимым вращением и большой массой поршня имеют α наименьшие.

*Тип перфоратора ..... ПП54В ВВС-53 ПК60А ПК75А URA-475 Гидроперфоратор*

 *Декремент затухания α . . 0,24 0,062 0,05 0,04 0,03 0,02*

**Крепление горной выработки**

***Классификация средства механизации крепежных работ:***

* ***средства механизации возведения рамных крепей*** — машины, механизмы и приспособления, механизирующие установку отдельных элементов рамных кре­пей, а также машины, производящие доставку и разгрузку элементов крепи, забутовку пространства между выработкой и крепью;
* ***крепеукладчики*** — машины и механизмы, производящие операции по воз­ведению крепей из бетонов, мелких и крупных блоков и тюбингов;
* ***средства механизации возведения монолитных крепей*** — механизированные опалубки, бетономешалки, бетононасосы, приготовляющие и укладывающие бе­тон за опалубку, торкрет-пушки и машины для безопалубочного бетонирования, а также различные агрегаты, производящие весь комплекс работ по возведению монолитной крепи;
* ***средства механизации возведения анкерных крепей*** — механизмы для буре­ния шпуров и установки анкеров, а также приборы и устройства для контроля за качеством установки анкерных крепей и их работы в процессе эксплуатации.

**При возведении набрызгбетонной крепи** используются специ­альные бетономашины и механизмы. Все механизмы, применяемые для возведения торкрет-бетонной и набрызгбетонной кре­пей, разделяются на две группы, работающие на затворенной смеси и на сухой. Преимущественное распространение получили машины, работающие на сухой цементно-песчаной смеси. Они бывают непрерывного и цикличного действия. И те и другие предназначены для выполнения одной операции — подачи за­гружаемой в них сухой цементно-песчаной смеси к соплу, где происходит ее затворение водой и нанесение готового раствора на поверхность закрепляемых выработок.

Из существующих конструкций бетономашин могут быть рекомендованы камерные машины БМ-86 и Aliva.

Крепление выработок набрызгбетоном должно осущест­вляться звеном крепильщиков, состоящих не менее чем из двух человек, один из которых (машинист) управляет работой ма­шины, а второй (сопловщик) осуществляет нанесение набрызг­бетона, является старшим и руководит работой машиниста.

Перед началом работ стенки и свод выработки тщательно обираются и промываются воздушно-водяной струей. Набрызг­бетон наносят сначала на стены, а затем на свод выработки равномерными слоями толщиной 3—5 см при круговом движе­нии сопла. Каждый последующий слой должен наноситься через 15—20 мин. Расстояние от сопла до торкретируемой поверхности не должно превышать 0,7—1,2 м. Смесь должна наноситься перпендикулярно поверхности.

Наибольшее распространение для поддержания выработанного пространства в открытых камерах и выработках получило **анкерное крепление**. При неустойчивой маломощной непосредственной кровле камер его применение является обязательным, причем отставание крепления от забоя не должно превышать 5—7 м.

Для установки анкерных болтов в ***выработках высотой до 3,5 м*** используются ***переносной комплект аппаратуры*** *в комплексе да специальными полками*. ***В выработках большей высоты*** применяются машины, смонтированные на самоходных шасси типа установок для крепления анкерами Boltec Эпирок"и Robolt 5-126 " Sandvik ".

Таким образом, при анкерном креплении необходимо обеспечить бурение шпу­ров, подачу анкеров в шпур, расклинивание и затяжку гаек.

Таблица 4.4. Состав проходческого комплекса оборудования

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование проходческого процесса | Тип оборудования | Габариты, вид привода |
|  | Уборка горной массы |  |  |
|  | Крепление- бурение шпуров под анкера |  |  |
|  | - установка анкеров и навеска полимерной сетки |  |  |
|  | - бетонирование поверхности |  |  |
|  | Навеска вент. трубопровода |  |  |
|  | Устройство дорожного покрытия |  |  |
|  | Устройство водоотливной канавки |  |  |
|  | Бурение шпуров |  |  |
|  | Заряжание, взрывание |  |  |

1. **Расчет погрузки и транспортирования горной массы из забоя**

При проектировании погрузки и транспортирования горной массы из забоя необходимо выбрать погрузочные и транспортные машины и разработать схему погрузки и транспортирования горной массы из проходческого забоя.

**На выбор погрузочной машины** влияют крепость и круп­ность погружаемой породы, а также размеры выработки.

При выборе машины ковшового типа на рельсовом ходу не­обходимо руководствоваться следующим:

* Ширина фронта погрузки не должна быть меньше ши­рины выработки вчерне (в проходке) по почве во избежание ручной уборки породы у боков выработки. Разница ширины фронта погрузки, и ширины выработки по почве допускается не более чем на 20%.
* Высота машины в рабочем положении (максимальная высота) должна быть меньше высоты выработки от головки рельсов до кровли (при отсутствии крепи) или до крепи не ме­нее чем на 50 мм.
* Ось выработки в призабойной зоне должна совпадать с осью временного рельсового пути.
* Крепость породне влияет на выбор машины ковшового типа.

На выбор погрузочных машин типа ПНБ (непрерывного действия с нагребающими лапами) в значительной мере влияют крепость и крупность погружаемой породы. Высота выработки 2,0 м является достаточной для всех погрузочных машин этого типа (при отсутствии навесного бурильного оборудования), а наличие рельсовых путей не препятствует их применению. Благодаря гусеничному ходу фронт погрузки неограничен. Они применяются, в основном, в двухпутных выработках, так же как и машины ковшового типа со ступенчатой погрузкой, имею­щие большой фронт погрузки (1ППН-5, ППМ-4У).

**Рельсовый транспорт.** При проведении выработок и загрузке погрузочной машиной оди­ночных вагонеток необходимо выполнение операций по обмену груженых вагонеток на порожние. Откатку вагонеток при обмене производят вручную, локомотивами, маневровыми лебедками, а для сокращения времени обмена вагонеток применяют различное путевое оборудование.

В зависимости от времени использования различают ***времен­ное путевое оборудование,*** которое располагают непосредственно у забоя и продвигают вслед за подвиганием подготовительного забоя, и ***стационарное путевое оборудование****,* устанавливаемое периодически ***через 50—100 м и более***. По отношению к рельсо­вому пути, по которому производят откатку при обмене вагоне­ток, различают накладные, врезные и рамные конструкции путе­вого оборудования.

***Передвижное временное путевое оборудование*** располагают ***на расстоянии 20—25 м от забоя*** и накладывают на рельсовый путь. К ним относятся ***накладные стрелки, накладные плиты-разминовки и съезды, поперечные роликовые перекатные платформы***. Наиболее эффективным способом снижения затрат времени на обмен вагонеток является использование ленточных перегружателей, обеспечивающих загрузку партии вагонеток, расположенных в забое.

**Самоходные машины** с дизельным приводом широко применяют при доставке горной массы непосредственно из забоев на короткие расстояния (до 400 м). Радиус действия ПТМ с электрическим приводом ограничен длиной кабеля (для отечественных конструкций 200 м). Радиус действия ПТМ с пневматическим приводом ограничен длиной шланга и составляет 80—100 м. При проведении выработок с применением самоходного оборудования проектируют камеры перегрузки при работе погрузочно-транспортных машин в комплексе с автосамосвалами, самоходными вагонами или вагонетками, или камеры разгрузки горной массы в породоспуски.

***Самоходные погрузочно-транспортные машины***

Эксплуатационная производительность погрузочно-транспортной машины, м3/смену

  ,

где *V* – вместимость грузонесущего органа (кузова или ковша), м3;

 *Tсм* - длительность смены, ч;

 *t*пер – время перерывов в работе транспортной установки, включающее технологические перерывы в работе забоя (взрывание, проветривание и др.), при работе самоходных машин *t*пер = 0,7…0,8 ч.;

*kз*- коэффициент заполнения грузонесущей емкости (*kз* = 0.75 – коэффициент заполнения ковша для крепких руд, *kз*= 0.9 – коэффициент заполнения кузова);

 *tр*- продолжительность одного рейса, мин.

 Продолжительность рейса, мин

 *tр = tп+tдв+tраз +tразм* ,

где *tп ,tдв ,tраз ,tразм* – время соответствено загрузки, движения, разгрузки, ожидания на разминовке, мин.

 Время загрузки для машин с грузонесущим ковшом, мин

 *tп = ξ tц Kман /60* ,

где *tц*– время цикла черпания грузонесущим ковшом, *tц* = 50 с.

 Время движения машины, мин

  ,

где *L* – длина транспортирования , км;

*υгр , υпор*– скорость движения соответственно груженной и порожней машины, км/ч;

*kдв*– коэффициент, учитывающий неравномерность движения машины, *kдв=*1,25..1,3.

 Время разгрузки машины *tраз* принимается равным с учетом маневров у рудоспуска *tраз* = 0,5…0,7 мин (30…40с).

Возможное число рейсов машины за смену

 *Nр = 60 (Tсм-Tпз)/ tр* ,

где *Tсм*– длительность смены ,ч;

 *Tпз* – время, затрачиваемое на прием и сдачу смены и профилактическое

 обслуживание, *Tпз* =0,7…0,8 ч .

***Комплекс автосамосвал (самоходный вагон) и погрузочная машина***

 Эксплуатационная производительность автосамосвала или самоходного вагона находится по следующей формуле, м3/смену:

  ,

где*V* – вместимость кузова, м3;

*kзк* – коэффициент заполнения кузова (*kзк* =0.8 - для самоходного вагона, *kзк* = 0,95 - для автосамосвалов);

 *Tсм* - длительность смены, ч;

 *kи*- коэффициент использования машины во времени;

*kн* - коэффициент неравномерности грузопотока, равный 1,5 и 1,25 соответственно при отсутствии и наличии аккумулирующей емкости;

*tР* - продолжительность одного рейса, мин.

Продолжительность рейса, мин

 *tр = tп+tдв+tраз +tмз+tмр+tразм* ,

где *tп ,tдв ,tраз  ,tмз ,tмр ,tразм* – время соответствено загрузки, движения, разгрузки, маневров в забое, маневров у мест загрузки, ожидания на разминовке, мин

 При работе с погрузчиком с ковшовым рабочим органом время погрузки, мин

  ,

где *tц* – продолжительность цикла средств погрузки, с.

Для машин прямой погрузки с ковшом на перекатывающееся рукояти и пневматическом приводом теоретическая продолжительность цикла составляет *tц=* 8…10 с, а для машин ступенчатой погрузки с ковшом на шарнирной рукояти с электрическим приводом *tц=* 12…15 с.

 При работе комплекса с погрузочной машиной непрерывного действия время погрузки, мин

  ,

где *Qн* – эксплуатационная производительность погрузочной машины непрерывного действия (машина 2ПНБ-2 *Qн*=128-146 м3/смену, ПНБ-3Д *Qн*=175-196 м3/смену, ПНБ-4Д *Qн*=222-256 м3/смену), м3/мин.

 Время движения автосамосвала или самоходного вагона, мин

  ,

где *υгр, υпор*– скорость движения соответственно груженой и порожней машины, км/ч;

 *L* – длина транспортирования, км;

 *kсх* – коэффициент среднеходовой скорости движения:

 *kсх* =0,6 – при длине транспортирования до 0,3 км;

 *kсх* =0,7 – при длине транспортирования свыше 0,3 км.

 Время разгрузки для автосамосвалов с опрокидным кузовом *tраз*=0,7 мин, для самоходных вагонов *tраз*= 2…3 мин.

 Время маневров в забое *tмз* (0,3 мин для вагонов, 0,7 мин для автосамосвалов) и у мест загрузки *tмр*(0,5 для вагонов, 1,4 для автосамосвалов) определяется в конкретных условияхэксплуатации согласно хронометражу, мин.

 При движении нескольких машин в однополосной выработке время ожидания на разминовках, мин

  *tразм = nразм · t1* ,

где *nразм*  - число разминовок;

 *t1*– время на ожидание на разминовке, *t1* =3 мин.

1. **Составление паспорта проветривания горной выработки**

Расчет вентиляции тупиковых выработок сводится к определению необходимого количества воздуха, подаваемого в забой, депрессии вентилятора, выбору трубопроводов и вентиляторов.

***Количество воздуха по выносу пыли***

Qв > 60 *·*V*·* Sсв, м2/мин

где *V* – скорость движения воздуха, обеспечивающая вынос витающей пыли, 0,35 м/с;

*Sсв* - площадь сечения в свету, м2.

***По количеству людей***

Qв = 6 *·*Nл , м3/мин,

где N*л* – количество рабочих в тупиковой выработке, чел.

***Количество воздуха для выноса газов*** при использовании самоходных машин с дизельным приводом

Qв = 6,8 *·*Nдв , м3/мин

где Nдв - мощность двигателя, кВт.

***Количество воздуха по расходу ВВ при нагнетательном способе*** – находится по формуле В.Н. Воронина, которая наиболее полно отражает фактическое положение, т.к. разработана на современных представлениях о теории турбулентных потоков

*Qнв = (2,3 / t) (A·S2·L2·B)1/3 , м3/мин*

где *t* – расчетное время проветривания (не более 30 мин.),

*А* – количество ВВ, взрываемого в забое, кг,

*S* – площадь сечения выработки, м2,

*L* – длина проветриваемой выработки, м,

*В* – газовость ВВ, в пересчете на условную окись углерода (40 л/кг).

Для формулы В.Н. Воронина *расстояние от конца трубопровода до забоя* должно удовлетворять условию

Lу < 0,5(S)0,5[1+1 / (2a)] , м

где а – коэффициент структуры свободной струи для новых вентиляционных труб а = 0,06; для старых а = 0,08.

***Количество воздуха по расходу ВВ при всасывающем способе*** проветривания

Qвв = (2,83 / t) (А*·* S *·*L3.0)0,5 ,

где *L3.0*  - длина зоны отброса газов после взрыва, 50-90 м.

Формула справедлива при условии

lу < 3 (S)0,5.

***Количество воздуха по расходу ВВ при комбинированном способе проветривания***

*Qкв = (z·2,3 / t) (A·S2·Lз.о 2·B)1/3 , м3/мин*

где z - коэффициент запаса, 1,3;

*L3.0*  - длина зоны отброса газов после взрыва, 50-90 м.

При этом должно соблюдаться условие

Qнв = 0,8 Qвв .

***Аэродинамическое сопротивление трубопровода* R (Н·с2/м8):**

Аэродинамическое сопротивление, на которое должен работать ВМП, определяется по формуле

*Rв = Rм + Rтр ,*

где Rтр - линейное аэродинамическое сопротивление трубопровода, Н·с2 /м8 , принимаемое для гибких трубопроводов по данным табл.;

Rм – местное сопротивление соединений трубопровода, Н·с2 /м8, (принимается по табл.).

Для современных вентиляционных труб из винилкожи с 2- сторонним поливинилхлоридным покрытием (ПВХ) аэродинамическое сопротивление Rтр рекомендуется уменьшать в 1,5 раза.

Таблица 6.1. Аэродинамическое сопротивление прорезиненных вентиляционных трубопроводов типа МУ

|  |  |
| --- | --- |
| Длина трубопровода, м | **Значение Rтр** (Н·с2 /м8) при диаметре трубопровода, мм |
| 400 | 500 | 600 | 800 | 1000 |
| 50 | 160 | 50 | 20 | 6 | 4 |
| 100 | 300 | 100 | 40 | 12 | 8 |
| 150 | 430 | 140 | 55 | 22 | 11 |
| 200 | 560 | 180 | 70 | 27 | 15 |
| 250 | 690 | 220 | 85 | 32 | 20 |
| 300 | 810 | 260 | 100 | 42 | 24 |
| 400 | 1020 | 330 | 130 | 51 | 31 |
| 500 | 1230 | 400 | 150 | 61 | 40 |

Таблица 6.2. Местные сопротивления гибких трубопроводов

|  |  |
| --- | --- |
| Диаметр трубопровода, мм | Значения местных сопротивлений Rм, (Н·с2 /м8) |
| Колено матерчатое (поворот на 45о) | Угольник матерчатый (поворот на 90о) | Тройник вилкообразный | Отвод матерчатый |
| 400 | 125 | 250 | 100 | 200 |
| 500 | 50 | 100 | 40 | 75 |
| 600 | 25 | 50 | 20 | 35 |
| 800 | 5 | 10 | 4 | 18 |
| 1000 | 1 | 2 | 1 | 10 |

***Качество натяжения трубопровода из прорезиненной ткани*** учитывают ***коэффициентом К*** (на который изменяют величину сопротивления трубопровода):

сильно натянутые - 0,65

нормально натянутые - 1,0

слабо натянутые со складкой - 1,25

***Коэффициент утечек воздуха***

*Ку = [1/3 Кв·d (Lтр / l3) (0,1 R)0,5 + 1]2,*

где Кв – коэффициент удельной воздухонепроницаемости;

*dтр* – диаметр труб, м;

*Lтр* – длина трубопровода, м;

*l3* – длина звена труб, м;

*Кв=0,001 – 0,003* при удовлетворительном качестве соединения труб.

*Депрессия вентиляторов*

*Нв = Ку·R·Q2в, Па*

где Qв - необходимое количество воздуха подаваемое в забой, м3/с;

*g –* ускорение свободного падения, м/с2*.*

***Доставочный коэффициент* nв = 1/Ку**

***Производительность вентилятора***

*Qвп = Ку·Qв = Qв / nв, м3/мин.*

*На график характеристик вентиляторов наносят расчетный режим* (Нв ; Qвн) и *подбирают вентилятор с к.п.д. не менее 0,6*.

Таблица 6.3. Техническая характеристика осевых вентиляторов

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | ВМ-3М | ВМ-4М | ВМ-5М | ВМ-6М | ВМ-8М | ВМ-12М |
| Номинальный диаметр трубопровода, мм | 300 | 400 | 500 | 600 | 800 | 1200 |
| Производительность м3/с: оптимальнаяв рабочей зоне | 1,10,7-1,7 | 1,90,8-2,6 | 3,21,7-4,7 | 5,72,3-8 | 105,4-13 | 2010-32 |
| Полное давление, Па:оптимальноев рабочей зоне | 950400-1000 | 1300700-1450 | 2100600-2400 | 2600750-3400 | 3200800-4200 | 3600800-3800 |
| Максимальный КПД:ВентилятораАгрегата | 0,70,58 | 0,720,61 | 0,750,67 | 0,760,68 | 0,800,72 | 0,760,71 |
| Потребляемая мощность в рабочей зоне, кВт | 1-2,2 | 2,8-3,8 | 5-13 | 10-22,5 | 15-50 | 40-110 |

В случае ***если давления одного вентилятора недостаточно, предусматривают установка двух или несколько вентиляторов.***

***При последовательной установке вентиляторов*** напоры вентиляторов суммируются. ***При параллельной работе*** суммируются производительности вентиляторов.

***Вентиляторы в одном трубопроводе можно устанавливать рассредоточение и сосредоточенно*** (каскадом). В ***первом случае*** вентилятора располагаются один от другого ***на расстоянии 8-150 м***, во ***втором – друг за другом***, обычно в начале трубопровода.

При рассредоточенном расположения вентиляторов устанавливается расход воздуха и утечки в трубопроводе. ***Производительность первого вентилятора***

*Qв1п =Qв + Qу*

Депрессия первого вентилятора может приниматься произвольно. Затем по *Qвп* и *Нв* выбирают вентилятор. По характеристике выбранного вентилятора рассчитывается точная депрессия первого вентилятора, соответствующая его производительности. ***Второй вентилятор располагают на расстоянии***

*L1 = 0,8 Hв1 / rу Q2n1*

где *rу* – удельное сопротивление трубопровода, Па \* с2 / м7.

Производительность второго вентилятора

*Qn2 = Qn1 + Qу (L1 / L),*

где *L1* – длина трубопровода между 1 и 2 вентилятором, м;

*L* – общая длина трубопровода, м.

***Производительность n-го вентилятора***

*Qnn = Qв + Qу (L1 – Ln / L), м3/с*

где *Ln* – расстояние от первого вентилятора до *n-го*, м.

***При каскадной установке вентиляторов*** расстояние между ними назначают ***равным 10dТ.*** Если это условие не выполняется, между вентиляторами помещают отрезки металлических труб со спрямляющими решетками (если они предусмотрены в конструкции вентиляторов) с целью выравнивания потока воздуха, выходящего из вентилятора. ***Длина трубопровода***, на которую эффективно ***работает каскад вентиляторов,***

*L = 0,85 ·n ·L0 , м*

где *n* - число вентиляторов в каскаде, шт.;

*L0* - расстояние, на которое может подать потребное количество воздуха один вентилятор при оптимальном напоре, м.

**Составление паспорта проветривания**

***Паспорт проветривания*** ***содержит*** схему вентиляции, изобра­женную на плане и поперечном разрезе выработки, характери­стики выработки, системы вентиляции, вентилятора, вентиля­ционных труб, а также содержит необходимые дополнительные сведения о средствах и способах проветривания.

1. **Расчет графика организации работ**

***В проходческий цикл входят следующие процессы***: бурение шпуров (tδ), проветривание (tпр), возведение временной или постоянной крепи (tк), погрузка породы (tn), устройство водоотводной канавки, наращивание вентиляционных труб, трубопроводов сжатого воздуха, воды и другие работы (tвс).

***Проходческие процессы*** могут выполняться во времени ***последовательно или параллельно*** (с частичным или полным совмещением).

***Продолжительность проходческого цикла*** ***при последовательном выполнении*** процессов

**Тц = tδ + tзв + tпр + tn + tк + tвс**

**Методика № 1.** При ***расчете графика организации работ по нормативной трудоемкости*** процессов проходческого цикла длительность последнего предполагается известной.

***Трудоемкость (q1) и продолжительность (ti) нормируемых процессов*** определяют на основании действующих норм времени (выработки)

**qi = Vi ·Hврi ; ti = qi·α / (ni ·Kв) ,**

где *Vi* - объем работ *i* -го процесса цикла;

*Hврi* - норма времени;

*ni* - число проходчиков;

*Кв* - плановый коэффициент перевыполнения норм времени 1,05-1,15;

*α = (Тц – tн.п.) / Тц* – коэффициент, учитывающий уменьшение времени выполнения нормируемых процессов,

где *tн.п.*- продолжительность ненормируемых процессов цикла (взрывание, проветривания и т.п.), по данным практики.

**Методика № 2.**  ***Расчет параметров проходческого цикла*** по ***эксплуатационной производительности проходческих машин***.

***Продолжительность выполнения механизированных процессов***

**tмi = Vнi / (Qэi ·mi ·Кс) ,**

где *mi* - число проходческих машин в забое;

*Кс* - коэффициент, учитывающий снижение *Qэ* при совместной работе машин; Кc = 0,95 - для бурильной установки с двумя машинами; Кс = 0,85 - для двух погрузмашин.

***Продолжительность немеханизированных процессов***

**ti = Vрi ·Нврi / (ni ·Кв) ,**

где *Vрi* – объем работ i-го процесса;

*Нврi* – норма времени;

*Кв* – коэффициент перевыполнения нормы времени (1,02-1,10).

***Продолжительность проветривания, заряжания и взрывания*** определяют расчетом и по данным практики. ***Численность проходчиков***, занятых на выполнении механизированных процессов, ***устанавливают по расстановке их по рабочим местам*** с учетом правил эксплуатации проходческих машин.

***Трудоемкость и планируемую скорость проведения выработки*** обусловливает ***численность рабочих на выполнении немеханизированных процессов***.

***Скорость проведения выработки*** м/мес

**υмес = lшп ·η ·n· m· Nц**

где *lшп –* глубина шпура, м;

*η* – киш;

*n* – число рабочих дней в месяц;

*m* – число смен в сутки;

**Nц** – число циклов в смену.

***Производительность труда проходчиков*** зависит от уровня механизации горнопроходческих работ, крепости пород, площади сечения выработки, квалификации проходчиков и других факторов.

**П = υмес · Sч ·Кис / (m· n ·λ)** м3/чел.см, или **П = υмес / (m ·n ·λ)** м/чел.см,

где υмес - скорость проведения выработки, м/мес;

*Sч* - площадь сечения выработки вчерне, м2;

*m* -число дней по проведению выработок в месяц;

*n* - число человеко-смен в сутки;

Кис – коэффициент изменения площади сечения, 1,04-1,12;

*λ* - коэффициент пересчета производительности груда на 6-часовую смену:

**λ = 6 / tсм ,**

где *tсм* - продолжительность смены.

**Пример расчета графика организации проходческих работ**

Проходческие работы в штреке сечением Sвч=8,4 м2, производят по цикличной организации труда в 7 часовую смену. В состав проходческого цикла входят следующие производственные процессы:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Процесс | Объем работ | Норма выработки по ЕНВ-85, чел.час | Норма выработки по ЕНВ-85 |
| навеска вентиляционных труб | 1,53 м | 0,058 чел./час | 120,6 м/чел.см |
| погрузка породы ППН-1 в вагонетку ВГ-1,2 | *V*=12,8 м3 |  | 42,6 м3/см на звено 2 чел |
| настилка временного рельсового пути | 1,53 м |  | 14,9 м/ чел.см |
| проведение водоотливной канавки | *Vкан*=0,2 м3 | 0,85 чел. час/1м3 | 3,05 м3/чел.см |
| бурение шпуров в забое установками ЛКР-1У | *Σl*=52,0 м |  | 51,6 м/чел.см |
| заряжание, монтаж электровзрывной цепи и взрывание | *Σlзар*=39 м | 0,03 чел.час на 1 м. шпура  | 206 м/чел.см |

В общем виде выражение для расчета трудоемкости производственного процесса (*qi*) выглядит следующим образом

*qi = Vi  / Hi выp* ,

где *Vi* – объем работ по *I* – тому процессу;

*Hi выp* – норма выработки на выполнение процесса по ЕНВ-85.

Продолжительность выполнения *I* – того производственного процесса (*ti*), ч определяют по выражению

*ti = qi · Tсм / писп.*,

где *Tсм* – продолжительность смены, ч;

*писп* – количество исполнителей, чел.

Производим расчет трудоемкости по операциям:

1. расчет трудоемкости на навеску вент. трубопрповода

*qвен = Vi  / Hвенвыp =* 1,53 / 120,6 = 0,02чел.-см.

2. расчет трудоемкости на погрузку породы

*qпог = Vi  / Hпвыp* = 13,2 /42,6 = 0,37см *∙* 2чел =0,74 чел.-см.

 3. расчет трудоемкости на настилку временного пути

*qрел = Vi  /Hрвыp =* 1,53 / 14,9= 0,12чел.-см.

 4. расчет трудоемкости на проведение водоотливной канавки

*qкан = Vi  / Hканвыp =* 0,2 / 3,05= 0,07чел.-см.

 5. расчет трудоемкости на бурение шпуров в забое

*qбур = Vi  / Hбурвыp =* 52,0 /51,6 = 1,02чел.-см.

6. расчет трудоемкости на заряжание и взрывание шпуров

*qзар = Vi  / Hзарвыp* = 39 /206 = 0,19чел.-см.

 Общая трудоемкость работ в цикле

*Σq* = *qвен*+ *qпог* + *qрел*+ *qкан*+ *qбур*+ *qзар,,*

*Σq* = 0,02 + 0,74 + 0,12 + 0,07 +1,02 + 0,19=2,16чел.-см.

Коэффициент выполнения нормы *k*= *Σq/Nраб=*2,16/2=1,08

Производим расчет времени на проходческие операции:

1. расчет времени на навеску вент. трубопровода

*tвен = qвен · Tсм / k∙ писп.* *=* 0,02 · 7 / 1,08∙2 = 0,06 ч.

2. расчет времени на погрузку породы

*tпог = qпог · Tсм / k∙ писп.* = 0,74 · 7 /1,08∙ 2 = 2,41 ч.

3. расчет времени на настилку временного пути

*tрел = qрел · Tсм / k∙ писп.* *=* 0,12 · 7 /1,08∙ 2 = 0,38 ч.

4. расчет времени на проведение водоотливной канавки

*tкан = qкан · Tсм / k∙ писп.* *=* 0,07 · 7 /1,08∙ 2 = 0,23 ч.

5. расчет времени на бурение шпуров в забое

*tбур = qбур · Tсм / k∙ писп.* *=* 1,02 · 7 / 1,08∙2 = 3,30 ч.

1. расчет времени на заряжание и взрывание шпуров

*tзар = qзар · Tсм / k∙ писп.* = 0,19 · 7 /1,08∙ 2 = 0,62 ч.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Процесс | Объем работ | Время выполнения процесса, час |
| навеска вентиляционных труб | 1,53 м | 0,06 |
| погрузка породы ППН-1 в вагонетку ВГ-1,2 | *V*=12,8 м3 | 2,21 |
| настилка временного рельсового пути | 1,53 м | 0,38 |
| проведение водоотливной канавки | *Vкан*=0,2 м3 | 0,23 |
| бурение шпуров в забое установками ЛКР-1У | *Σl*=52,0 м | 3,30 |
| заряжание, монтаж электровзрывной цепи и взрывание | *Σlзар*=39 м | 0,62 |

Общие время цикла

*ΣТ* = *tвен*+ *tпог*+ *tрел*+ *tкан*+ *tбур*+ *tвзар,,*

*ΣТ*  = 0,06 + 2,41 + 0,38 + 0,23 +3,30 +0,62*=* 7,0ч.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование процессов | Ед. изм | Объем работ | Норма выработки  | Трудоемкость, чел.смен | Кол-во рабочих | Продолжительность час | I смена, час |
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | перерыв |
| 1 | Погрузка горной массы | м3 | 12,8 | 42,6 | 0,74 | 2 | 2,41 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Навеска вент.трубопр. | м | 1,53 | 120,6 | 0,02 | 2 | 0,06 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | Настилка рельсового пути | м | 1,53 | 14,9 | 0,12 | 2 | 0,38 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | Проведение вод.канавки | м3 | 0,2 | 30,5 | 0,07 | 2 | 0,23 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | Бурение шпуров | м | 52,0 | 51,6 | 1,02 | 2 | 3,30 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | Заряжание и взрывание | м | 39 | 206 | 0,19 | 2 | 0,62 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | Проветривание |  |  |  |  |  | 0,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |

Рис.1. График цикличной организации работ по проведению штрека

 Месячная скорость проходки штрека

  м/мес

Производительность труда проходчика

*П=V / (N∙m∙n∙λ)*= 119 / (2*∙*26*∙*3*∙*1,08)=0,70 п.м/чел-см или 5,8 м3/ чел-см.

1. **Расчет себестоимости проведения 1 п.м выработки**

В качестве калькуляционной единицы счета рекомендуется принимать для проведения горно-капитальной или горно-подготовительной выработки 1м погонной длины, с последующим переходом на 1м³ выработки.

Калькуляция себестоимости проведения горной выработки включает 4 статьи расходов, образующих прямые затраты: заработную плату, энергию, материалы, амортизационные отчисления.

Кроме того, в калькуляцию себестоимости горно-капитальных и горно-подготовительных работ включаются услуги вспомогательных цехов и накладные расходы, величину которых следует брать в следующих размерах.

Услуги вспомогательных цехов: для шахтного вскрытия – 70…100 % прямых затрат в зависимости от водопритока, глубины работ и количество вспомогательных подъемов; для штольневого вскрытия 45 % прямых затрат.

Накладные расходы для горно-капитальных работ принимаются в размере 25…30 % и для горно-подготовительных 15…20 % основных расходов.

Расчет калькуляции по каждой из статей расходов прямых затрат (зарплата, энергия, материалы, амортизация) производится следующим образом.

По статье ”Заработная плата” – исходя из тарифной разбивки профессий рабочих по тарифно-квалификационному справочнику, тарифных ставок, принятых в данной отрасли горной промышленности, технически обособленных норм выработки и времени. При калькулировании себестоимости сложных технологических процессов (как проведение выработок) предварительно отдельным расчетом определяется комплексная расценка за единицу конечной продукции (1 м погонной длины выработки, табл. 8.1.).

Таблица 8.1. Расчет комплексной нормы выработки и расценки на проходку выработки сечением 8,6 м² (пример)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Виды работ, процесс | Объемработна 1м | Нормавыработкичел/смену | Нормавремени чел/сменна 1 п.м | Разрядработы(по ТКС) | Тарифнаяставка, р./чел смену | Расценкар./1 м |
| 1 | Бурение шпуров, шп.м |  |  |  | VI |  |  |
| 2 | Заряжение и взрывание, шп. м  |  |  |  | VI |  |  |
| 3 | Погрузка, м³машинистРабочий |  |  |  | VIV |  |  |
| 4 | Навеска вент.труб, п.м |  |  |  | V |  |  |
| 5 | Проходка канавки, м³ |  |  |  | V |  |  |
| 6 | Настилка путей, п. м.  |  |  |  | V |  |  |
| 7 | Бурение шпуров под анкера, шп. м |  |  |  | VI |  |  |
| 8 | Крепление ж/б анкерами, шт |  |  |  | VI |  |  |
|  | Итого  |  |  |  |  |  |  |

Полученная величина расценки используется затем в калькуляции как тарифный заработок бригады в целом, приходящийся на калькуляционную единицу счета.

Величину доплат, входящих в фонд основной заработной платы, принимать: за ночное время – до 20 % тарифного заработка, в зависимости от принятого в проекте суточного режима производства; премии – 10 - 20 % тарифного заработка, в зависимости от вида работ (для подземных рабочих 10 - 20 %, для рабочих на поверхности 10 - 15 %); районный коэффициент – по фактическим данным.

Для учета северных надбавок к районному коэффициенту приплюсовывается:

0,25 – для районов, приравненных к Крайнему Северу; 0,50 – для районов Крайнего Севера.

Дополнительная заработная плата принимается в % от основной в размерах для подземных рабочих 20…25%.

Начисления на заплату (соцстрах) – 40 % суммы основной и дополнительной зарплаты для горных предприятий.

Расход материалов и энергии определяется расчетом на основе технически обоснованных норм или по фактическим данным рудника. Стоимость материалов и энергии принимается по фактическим данным. При определении затрат на материалы необходимо учесть расходы на транспортировку в процентах от их стоимости: 10…20 %, если рудник удален от железной дороги не более 20…30 км; до 50 % и более – для удаленных районов.

Амортизационные отчисления на оборудование определяется отдельным расчетом после составления табл. 2. (предварительно проводятся расчеты необходимого количества оборудования).

Стоимость оборудования принимается по данным бухгалтерского учета предприятия.

Затраты на транспорт и монтаж оборудования принимать (в процентах от его стоимости) в тех же размерах, что и на транспортировку материалов (см. выше).

Табл.2 составляется для определения суммы капитальных затрат и годовых амортизационных отчислений на все оборудование, занятое в данном технологическом процессе (с учетом резерва).

Таблица 8.2. Капитальные затраты и годовые амортизационные отчисления на оборудование

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименован.оборудования | Оптоваяцена, р. | Кол-воедин. | Сумма, р. | Транспорт и монтаж, р.20% | Полная стоимость, р. | Норма амортизации, %/год | Сумма годовой амортизации,р. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Итого |  |  |  |  |  |  |  |

Величина амортизационных отчислений, приходящихся на единицу счета калькуляции (1м погонной длины) производится по формуле:

А = А год / 12 x V , А год = С п x Н а / 100 ,

где А год – сумма годовой амортизации оборудования, занятого на проходке выработки, р.;

С п – первоначальная стоимость оборудования, р.;

V – месячная скорость проходки выработки, м погонной длины;

На – норма амортизации, %.

Таблица 8.3. Затраты по статье «Сжатый воздух»

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №,п/п | Наименованиепотребителей | Кол-во | Расход,м3/мин | Время работы, мин. | Общий расход, м3 | Цена един., руб/м3 | Затраты, руб |
| всего | на 1 п.м |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ИТОГО расходы на сжатый воздух: |  |  |

Таблица 8.4. Затраты по статье «Электроэнергия»

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №,п/п | Наименование потребителей | Кол-во | Мощн.,кВт | Общаямощн.,кВт | Время работы,ч | Цена,р/кВт.ч. | Затраты, руб. |
| всего | на 1 п.м |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ВСЕГО расходы на электроэнергию: |  |  |

Таблица 8.5. Калькуляция себестоимости проведения 1 м погонной длины горной выработки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Наименование статей расходов | Разряд  | Ед. изм. | Кол-во единиц на 1 п.м  | Стоимед., р. | Сумма.р. |
| 1 | Зарплата |  |  |  |  |  |
|  | Итого по тарифуДоплата за ночное время (20 % от тарифа)Премия (20% от тарифа)Итого с ночными и премией |  |  |  |  |  |
|  | Итого основная зарплата с районным коэффициентом и северными надбавками (р.к.-80%)Дополнительная зарплата (15-20 % от основной)Итого с дополнительной зарплатойСтраховые начисления (40% от осн. и доп. зар.платы.) |  |  |  |  |  |
|  | Всего зарплаты с начислениями |  |  |  |  |  |
| 2 | Материалы:Буровая штангаКоронкаВВ (аммонит 6ЖВ)ИскраЭлектродетонаторВентиляционный рукавШпалы деревянныеРельсы Р33Провод троллейныйИтого |  | кгшткгштштмм3кгм |  |  |  |
|  | Итого материалов (с учетом транспортных расходов 20%) |  |  |  |  |  |
| 3 |  Энергия:ЭлектроэнергияСжатый воздух |  | кВтм3 |  |  |  |
|  | Итого энергии |  |  |  |  |  |
| 4 | Амортизационные отчисления (по отдельному расчету) |  |  |  |  |  |
|  | Итого прямых затрат |  |  |  |  |  |
| 5 | Услуги вспомогательных цехов 80% |  |  |  |  |  |
|  | Итого основных затрат |  |  |  |  |  |
| 6 | Накладные расходы 20% |  |  |  |  |  |
|  | Всего расход на 1 м пог. длины выработки |  |  |  |  |  |
|  | Всего расход на 1 м3 выработки |  |  |  |  |  |

После проведения необходимых расчетов составляются основные технико-экономические показатели проведения горной выработки:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Показатели | Ед.изм | Количество |
| 1 | Площадь сечения выработки (в свету/вчерне) | м2 |  |
| 2 | Коэффициент крепости пород |  |  |
| 3 | Количество шпуров на цикл | шт |  |
| 4 | Средняя глубина шпура | м |  |
| 5 | Коэффициент использования шпуров |  |  |
| 6 | Подвигание забоя на цикл | м |  |
| 7 | Число циклов в сутки |  |  |
| 8 | Уход забоя (за сутки/за месяц) | м |  |
| 9 | Удельный расход материалов:Взрывчатых веществСИНВш | кг/м3шт/м3 |  |
| 10 | Производительность труда проходчика | м(м3)/чел.смену |  |
| 11 | Стоимость 1 п. м выработки | р. |  |
| 12 | Стоимость проведения выработки | р. |  |
| 13 | Время проведения выработки | мес |  |

Приложение А

Таблица А1. Балансовая стоимость на горные машины и оборудование

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование оборудования | Единицыизмерения | Стоимость,р. |
|  Электровоз 7КР | шт. | 2750000 |
| Электровоз К-10 | шт. | 9176960 |
|  Вагонетка ВО-0,8 | шт. | 83640 |
|  Вагонетка ВГ-1,3 | шт. | 80530 |
|  Вагонетка ВГ-2,0 | шт. | 340000 |
| Перестановщик вагонов ПВ-1 |  | 27800 |
|  Машина МПДН-1 (ПТ-4) | шт. | 213000 |
|  Машина ПД-2Э | шт. | 3014000 |
|  Машина TORO 151 | шт. | 14830000 |
| Машина ST-2D | шт. | 16240000 |
|  Машина Microscoop | шт. | 10200000 |
|  Погрузочная машина ППН-1С | шт. | 888700 |
|  Погрузочная машина ППН-3А | шт. |  |
|  Лебедка скреперная 10ЛС-2СМ | шт. | 164200 |
|  Лебедка скреперная 17ЛС-2СМ | шт. | 259950 |
|  Лебедка скреперная 30ЛС-2СМ | шт. | 377200 |
|  Ковш скреперный V=0,22 м3 | шт. | 3640 |
| Блочек скреперный Д=250 мм | шт | 710 |
|  Вибропитатель ПВГ-1,2 | шт. |  |
|  Перфоратор ПТ-48 | шт. | 25430 |
|  Перфоратор ПП-54 | шт. | 17000 |
| Перфоратор ПП-63 | шт. | 17500 |
| Перфоратор ПП-80 | шт. | 26270 |
| Пневмоподдержка ПП-2 |  | 20340 |
|  Переносная бур.установка ЛКР1У | шт. | 87750 |
|  Бурильная установка УБШ-221 | шт. | 2800000 |
| Бурильная установка УБШ-101 | шт. | 2320000 |
| Бурильная установка MINIBUR-1F | шт. | 6558870 |
| Бурильная установка Sandvic DL 230 | шт. | 16800000 |
| Комбайн Robincon 44H | шт. | 40000000 |
| Комбайн 2КВ | шт. | 3304238 |
| Проходческий полок КПВ-4А | шт. | 3250000 |
| Бетономашина Aliva 246.5  | шт. | 2200000 |
| Вентилятор ВМЭ-4 | шт. | 111300 |
| Вентилятор ВОЭ-5 | шт. |  |
| Вентилятор ВМЭ-6 | шт. | 112600 |

Таблица А2. Цены на материалы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование материала | Единицыизмерения | Цена за единицу, р. |
| Коронки ККП-40 | шт. | 1502,00 |
| Коронка буровая Sandvik, d=41 мм | шт. | 703,00 |
| Штанга буровая Sandvik, l=1830 мм | шт. | 3586,81 |
| Штанги буровые ∅=25мм, L=2.2 м | шт. | 2706,00 |
| Буровая сталь 55С2 | кг | 8.60 |
| Твердые сплавы | кг | 362 |
| Лес круглый | м3 | 2800,00 |
| Доска необрезная | м3 | 3632,00 |
| Шпалы | м3 | 3631,00 |
| Набрызг-бетонн | м3 | 960 |
| Аммонит 6ЖВ-200, d=32 мм | кг | 46,61 |
| Гранулит АС-8 | кг | 33,20 |
| Волновод ИСКРА  | шт. | 36,73 |
| Детонирующий шнур ДША | м.пог.длины | 12,92 |
| Электродетонатор ЭД-1-8-Т-2М | шт. | 30,70 |
| Взрывной провод ВП-0,8 | м.пог.длины | 1,56 |
| Провод контактный МФ-85 | м | 446,13 |
| Рельсы | кг | 16,20 |
| Канат стальной 15 мм | м | 64,55 |
| Трубы водогазопроводные | т | 2900 |
| Шланг воздушный ∅50 мм | м.пог.длины | 77.80 |
| Шланг водяной ∅20 мм | м.пог.длины | 31.20 |
| Диз.топливо | т | 20080 |
| Вент. рукава ∅500 мм (прорезин.) | м.пог.длины | 850 |
| Крепь анкерная А20В, l=1500 мм | шт. | 184,38 |
| Ампула полимерная АП-470 | шт. | 30,76 |
| анкер sweller | шт | 1,5 евро |

Таблица А3. Стоимость электроэнергии и сжатого воздуха

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид энергии | Единицаизм. | Цена за единицу, р |
| Электроэнергия | кВт | 2,50 |
| Сжатый воздух | м3 | 1,50 |

Таблица А4. Нормы амортизационных отчислений по видам основных фондов

|  |  |
| --- | --- |
| Группы и виды основных фондов | Нормаамортизационныхотчислений, % |
|  Комбайны очистные узкозахватные; отдельная секция механизированной крепи в сборе на шахтах; полки самоходные для проходки восстающих выработок; проходческо-очистные комплексы на монорельсовом ходу; машины для уборки выработок и очистки водоотливных канавок  |  22.2  |
|  Струговые установки; насосные станции механизированной крепи; установки бурильные шахтные самоходные; гидропередвижчики; индивидуальные крепи и посадочные стойки, зарядные установки для заряжания скважин и камер |  33.3 |
|  Комбайны очистные широкозахватные; врубовые машины; комбайны проходческие; комплексы стволовые проходческие; машины для очистки шахтных вагонеток; крепеукладчики; зарядные и забойные машины на открытых горных работах, машины погрузочные шахтные, буропогрузочные, закладочные  |  20 |
| Установки бурильные; каретки буровые; погрузочно-транспортные машины; вагоны самоходные для подземных работ; машины на базе самоходного шасси для выполнения вспомогательных работ; станки для штанговой крепи  |  25 |
| Растворонагнетатели и блокотюбингоукладчики; щиты и полущиты тоннельные, машины сбоечно-буровые |  14.3 |
| Вагонетки шахтные горно-рудные, вагоны проходческие с донным конвейером |  22.8 |
| Электровозы шахтные, рудничные, троллейные и аккумуляторные; гировозы; тележки для перевозки ковшей и жидкого металла |  14.3 |
|  Бурильные и отбойные молотки, перфораторы и другой механический, пневматический и электрифицированный инструмент |  50 |
|  Прочий инструмент |  20 |
| Лебедки шахтные горно-рудные (скреперные и тягальные); оборудование для монтажных работ; |  25.0 |

Таблица А5. Нормы расхода буровых штанг, коронок и сжатого воздуха при бурении шпуров переносными перфораторами

|  |  |
| --- | --- |
| Материалы | Коэффициент крепости пород |
| 6-8 | 8-10 | 10-12 | 12-14 | 14-16 | 16-18 | 18-20 |
| Расход буровых штанг на 1000 м шпуров, кг |  30 |  45 |  65 |   90 |  135 |  165 |   330  |
| Расход сжатого воздуха, м3/ мин  |   |  | 32/37 |   37/45 |  45/53 |  53/67 |  |
| Расход коронок (шт.) на 1000 м шпуров, при диаметре коронки, мм: 36  40  43  46  |  16  17 19 22  |  19 21 24 27 |  24 26 30 34 |  30 33 38 43 |  41 45 52 59 |  61 66 76 86 |  101 111 130 144 |

Таблица А6. Нормы расхода буровой стали, коронок и сжатого воздуха при ударно-вращательном бурении шахтными бурильными установками на 1000 м шпуров

|  |  |
| --- | --- |
| Материалы | Коэффициент крепости пород |
| 6-8 | 8-10 | 10-12 | 12-14 | 14-16 | 16-18 | 18-20 |
| Число коронок (шт.) при диаметре шпура, мм: 40 43 46 |  17 19 22 |  21 24 27 |  26 30 34 |  33 38 43 |  45 52 59  |  66 76 86 |  111 130 144 |
| Масса буровых штанг, кг. |  30  |  45 |  65 |  90 |  135 |  165 |  330 |
| Объем сжатого воздуха, м3. | 31000  | 35000 | 41000 | 48000 | 51000 | 62000 | 71000 |

Таблица А7. Расход основных материалов при применении самоходного оборудования

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование материалов | Расход на 100 км пробега |
| **Шины, шт.:** |   |
| погрузочно-транспортные машины | 0,4 |
| автосамосвалы и самоходные машины вспомогательного назначения | 0,05 |
| **Дизельное топливо на 1 кВт мощности двигателя, кг:** |   |
| погрузочно-транспортные машины | 0,9 |
| автосамосвалы и самоходные машины вспомогательного назначения | 0,5 |
| Смазочные материалы, в процентах от расхода горючего | 10 |

***Экзамен***

***Вопросы на экзамен по дисциплине «Проведение и крепление горных выработок»:***

*О****бщие сведения***

1. Понятие горной выработки, элементы горной выработки.
2. Классификация горных выработок.
3. Горизонтальные подземные горные выработки (определения, назначение)
4. Наклонные подземные горные выработки (определения, назначение)
5. Вертикальные подземные горные выработки (определения, назначение)
6. Формы и размеры поперечного сечения горных выработок.
7. Графический метод определения размеров и площади поперечного сечения выработки.
8. Технологическая схема проведения горной выработки, состав комплекса проходческого оборудования и типы технологических схем проходки.
9. Основные и вспомогательные процессы и операции проходческого цикла при буровзрывном способе проходки.
10. Основные и вспомогательные процессы и операции проходческого цикла при комбайновом способе проходки.
11. Проект производства работ на проведение горной выработки (состав пояснительной записки и чертежей).
12. Основные плотностные, прочностные, уп­ругие свойства горных пород.
13. Основные физико-механические свойства горных пород ***(***крепость, буримость, взрываемость и устойчивость).
14. Классификации горных пород по крепости по шкале проф. М.М. Поротодьяконова.
15. Классификации горных пород по буримости ЕНВ-85.

***Крепление и горное давление***

1. Понятие о горном давлении и напряженном состоянии массива.
2. Действующие на горную выработку напряжения, их проявления в кровле и боках выработки.
3. Оценка устойчивости горных пород по запасу прочности кровли и боков выработки.
4. Определение горного давления в горизонтальной выработке по гипотезе М.М. Протодьяконова
5. Определение горного давления в горизонтальной выработке по СНиП II-94-80.
6. Классификация крепи по конструктивным и технологическим признакам.
7. Виды и типы крепи горных выработок.
8. Деревянная крепь, расчет прочных размеров рамной крепи.
9. Классификация металлических крепей и условия их применения.
10. Монолитная бетонная, железобетонная крепь и искусственные камни, применение и изготовление.
11. Торкретирование и набрызгбетонная крепь, технология возведения.
12. Виды анкерной крепи и технология её возведения.
13. Методика расчета анкерной крепи.
14. Назначение и состав паспорта крепления горной выработки.

***Процессы разрушения горных пород***

1. Способы разрушения горных пород (область применения, характеристика).
2. Механическая отбойка горных пород (применяемое оборудование, технология).
3. Принципы выбора буровых машин для проведения горных выработок.
4. Способы взрывания зарядов при проведении горизонтальных и наклонных (до 300) выработок.
5. Способы взрывания зарядов при проведении вертикальных и наклонных (свыше 300) выработок.
6. Буро-взрывной способ отбойки, машины и механизмы для бурения и заряжания шпуров.
7. Порядок расчета параметров БВР при проведении выработок по удельному расходу ВВ.
8. Выбор типа ВВ в зависимости от характеристики пород.
9. Типы врубов, их назначение, схемы расположения шпуров в забое выработки.
10. Конструкции шпуровых зарядов ВВ (по расположению, по форме и т. п.).
11. Проектная документация на производство буро­взрывных работ.
12. Разделы паспорта БВР и графической части.
13. Механизация заряжания шпуров и скважин. Обеспечивание безопасности работ.

***Процессы погрузки и транспортирования горных пород***

1. Классификация погрузочных машин для уборки породы в тупиковых забоях.
2. Уборка породы погрузочными машинами непрерывного действия (типы, область применения).
3. Уборка породы погрузочными машинами периодического действия (типы, область применения).
4. Уборка породы погрузочно-транспортными самоходными машинами в тупиковых выработках.
5. Уборка породы комплексами самоходных машин в тупиковых выработках (погрузчик и автосамосвал, ПТМ и автосамосвал).
6. Применение самоходных вагонов и шахтных автосамосвалов в качестве призабойного транспорта.
7. Виды путевого оборудования для обмена вагонеток при проведении горных выработок.

***Проветривание горных выработок***

1. Способы проветривания тупиковых выработок.
2. Схемы проветривания тупиковых выработок вентиляторами местного проветривания.
3. Нагнетательный способ проветривания тупиковых выработок ВМП (область применения, оборудование, схема проветривания)
4. Методика расчета параметров вентиляции тупиковых выработок.
5. Вентиляторы, турбовоздуходувки и вентиляционные трубы для проветривания тупиковых выработок.
6. Рассредоченное и каскадное расположение вентиляторов в одном трубопроводе. Область применения.

***Технология проведения горных выработок***

1. Технология проведения горизонтальных выработок БВР способом с рельсовым транспортом.
2. Технология проведения горизонтальных выработок БВР способом с самоходным транспортом.
3. Особенности проведения наклонных до 300 горных выработок БВР способом.
4. Организация работ по проведению горизонтальных и наклонных горных выработок.
5. Приведение забоя в безопасное состояние и ликвидация отказов после взрывных работ.
6. Расчет графика организации проходческих работ по нормативной трудоемкости.
7. Способы проведения вертикальных горных выработок (характеристика. сравнение).
8. Технология проведения восстающих обычным БВР способом.
9. Технология проведения восстающих бурением на полное сечение комбайнами.
10. Технология проведения восстающих проходческими комплексами и щитами.
11. Технология проведения восстающих методом секционного взрывания скважин.
12. Классификация восстающих. Определение размеров площади поперечного сечения.
13. Устройство лестничных отделений в вертикальных выработках.
14. Сравнительная характеристика способов проведения восстающих выработок.
15. Условия и область применения специальных способов проведения горных выработок.
16. Технология проведения выработок способом водопонижения в обводненных породах.
17. Технология проведения выработок способом тампонирования обводненных и неустойчивых пород.

**Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**Основная литература** (**печатные издания)**

1. Картозия Б.А., Федунец Б.И. и др. Шахтное и подземное строительство. В 2 т. Т. 1. - М: МГГУ, 2003. – 732 с.

2. Картозия Б.А., Федунец Б.И. и др. Шахтное и подземное строительство. В 2 т. Т. 2. - М: МГГУ, 2003. – 815 с.

3. Медведев В.В., Бейдин А.В. Проектирование производства работ на проведение горных выработок: учебное пособие. - Чита: ЗабГУ, 2018.- 192 с.

**Основная литература (издания из ЭБС)**

4. Технология проведения горно-разведочных выработок: [Электронный ресурс] : учебник. Лукьянов В.Г., Панкратов А.В., Шмурыгин В.А. Томский политехнический университет. 2015.

5. Шахтное и подземное строительство. В 2 т. Т. 2 [Электронный ресурс] / Б.А. Картозия, Б.И. Федунец, М.Н. Шуплик, Ю.Н. Малышев, В.И. Смирнов, В.Г. Лернер, Ю.П. Рахманинов, В.К. Фисейский, В.И. Резуненко, В.И. Курносов, А.Н. Панкратенко, Е.Ю. Куликова - М. : Горная книга, 2003.

**Дополнительная литература (печатные издания)**

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых" от 08.12.2020. № 505 - Москва, 2021. – 338 с.

2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения" от 03.12.2020. № 494 - Москва, 2021. – 351 с.

**Дополнительная литература (издания из ЭБС)**

3. Методы ведения взрывных работ. Ч. 2. Взрывные работы в горном деле и промышленности [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / Кутузов Б.Н. - 2-е изд., стер. - М. : Горная книга, 2011.

**Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам:

1. https://e.lanbook.com/ Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань».

2. https://www.biblio-online.ru/ Электронно-библиотечная система «Юрайт»

3. http://www.studentlibrary.ru/ Электронно-библиотечная система «Консультант студента»

4. http://www.trmost.com/ Электронно-библиотечная система «Троицкий мост»

5. http://diss.rsl.ru/ Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки.

6. https://elibrary.ru/ Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

7. http://window.edu.ru Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных Интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования.

8. http://www.nlr.ru/ Российская национальная библиотека

9. http://www.gpntb.ru/ Государственная публичная научно-техническая библиотека России

10. http://www.rasl.ru/ Библиотека Российской Академии наук

11. http://studentam.net/ Электронная библиотека учебников

12. http://techlib.org Библиотека технической литературы

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.В. Медведев

Заведующий кафедрой ПРМПИ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.В. Медведев