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 |
| 4семестр | 6семестр | ----семестр |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Общая трудоемкость | 72 | 180 |  | 252 |
| Аудиторные занятия, в т.ч.: | 16 | 12 |  | 36 |
| лекционные (ЛК) | 8 | 6 |  | 14 |
| практические (семинарские) (ПЗ, СЗ) | 8 | 6 |  | 14 |
| лабораторные (ЛР) | - |  |  | - |
| Самостоятельная работа студентов (СРС) | 56 | 96 |  | 152 |
| 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 текущего контроля**

***Контрольная работа – 4 семестр***

Номер задания выбирается по сумме двух последних номеров зачетки

**Тема: Выбор и расчет типа крепления и сечения горной выработки**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Наименованиевыработки | Наименование пород | Плотность породы в массиве, т/м3 | Расстояние между трещинами, м | Предел прочности на сжатие, *δ*сж МПа | Коэффициентразрыхления | Расположение выработки относительно напластования пород | Срок службы выработки, лет | Протяженность выработки, м | Количество подаваемого воздуха, м3/с | Глубина залеганиявыработки, м | Характеристикавыработки | Применяемоеоборудование |
| 1 | квершлаг | гранит | 2,9 | 1,2 | 100 | 2,1 | вкрест | 30 | 300 | 5,8 | 600 | 2-путевая | К10; ВГ-2,2 |
| 2 | штольня | порфиры | 2,9 | 0,8 | 105 | 2,1 | по напласт. | 12 | 350 | 7,2 | 650 | транспорт. 12° | ПТМ: ЕST3.5  |
| 3 | штрек | гнейс | 3,2 | 2,6 | 185 | 2,2 | по напласт. | 15 | 350 | 3,4 | 250 | транспорт. | ПТМ: ST-7Battery |
| 4 | квершлаг | габбро | 3,0 | 1,2 | 140 | 2,2 | по напласт. | 8 | 200 | 5,1 | 380 | с дорожкой | ПТМ: ПД-2Э |
| 5 | уклон | гранит | 2,57 | 1,1 | 130 | 2,1 | по напласт. | 2 | 300 | 3,2 | 200 | с дорожкой | ПТМ: LH202 |
| 6 | заходка | руда | 2,65 | 0,5 | 55 | 2,0 | вкрест | 1 | 150 | 4,5 | 250 | транспорт. | ПТМ: ЕST2D |
| 7 | штрек | гнейс | 3,2 | 2,6 | 125 | 2,2 | по напласт. | 12 | 450 | 6,3 | 350 | 2-путевой | 7КРМ1; ВГ-2,0 |
| 8 | штольня | доломит | 2,6 | 0,2 | 95 | 2,0 | вкрест | 14 | 100 | 1,3 | 400 | 2-путевой | К14; ВГ-2,2 |
| 9 | бремсберг | мрамор | 2,7 | 0,3 | 60 | 2,0 | вкрест | 12 | 150 | 2,1 | 450 | транспорт. 10° | ПТМ: LH307 |
| 10 | штрек | песчаник | 2,5 | 0,9 | 70 | 2,0 | по напласт. | 8 | 260 | 3,3 | 500 | с дорожкой | ПТМ: LH410 |
| 11 | орт | руда | 2,65 | 0,7 | 55 | 2,0 | вкрест | 20 | 320 | 5,8 | 1050 | 1-путевой | К10; ВГ-2,0 |
| 12 | штольня | порфиры | 2,9 | 0,6 | 105 | 2,1 | по напласт. | 8 | 460 | 6,3 | 1100 | с дорожкой | ПТМ: LH514 |
| 13 | накл.съезд | габбро | 2,8 | 1,2 | 140 | 2,0 | по напласт. | 2 | 300 | 3,2 | 200 | с дорожкой | ПТМ: LH208L |
| 14 | заходка | руда | 2,5 | 0,3 | 94 | 1,5 | вкрест | 25 | 400 | 5,2 | 300 | транспорт. | ПТМ: LH409Е |
| 15 | квершлаг | гранит | 3,2 | 2,2 | 140 | 2,2 | вкрест | 14 | 100 | 1,3 | 400 | 1-путевой | К14; ВГ-2,2 |
| 16 | штрек | кварцит | 3,3 | 2,8 | 180 | 2,2 | вкрест | 6 | 120 | 3,5 | 420 | с дорожкой | ПТМ: ST7 |
| 17 | квершлаг | габбро | 3,0 | 1,8 | 140 | 2,2 | вкрест. | 20 | 300 | 3,2 | 250 | транспорт. | LH514Е |
| 18 | орт  | габбро  | 2,6 | 1,3 | 150 | 2,1 | по напласт. | 14 | 250 | 4,2 | 550 | транспорт | ПТМ: ST-14Battery |
| 19 | накл.съезд  | диабаз | 2,9 | 0,3  | 170 | 2,1 | вкрест | 30 | 300 | 5,8 | 600 | транспорт. 12° | ПТМ: ЕST1030  |
| 00 | штольня | кварциты | 2,95 | 0,6 | 160 | 2,2 | по напласт. | 12 | 350 | 7,2 | 650 | с дорожкой | ПТМ: ST2G  |

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

**Методика расчета контрольной работы**

**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, кПа;

γ - удельный вес породы, кН/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, МПа

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

Таблица. 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. 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. 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 |

**2 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

**Форма промежуточного контроля**

**Зачет**

Зачет проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и решения типовых контрольных заданий. Перечень теоретических вопросов и типовых контрольных заданий обучающиеся получают в начале семестра.

При определении уровня достижений, обучающих на зачете учитывается:

* знание программного материла и структуры дисциплины (модуля);
* знания, необходимые для решения типовых задач, умение выполнять предусмотренные программой задания;
* владение методологией дисциплины (модуля), умение применять теоретические знания при решении задач, обосновывать свои действия.

***Вопросы на зачет 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. Буро-взрывной способ отбойки, машины и механизмы для бурения и заряжания шпуров.
4. Порядок расчета параметров БВР при проведении выработок по удельному расходу ВВ.
5. Проектная документация на производство буро­взрывных работ.
6. Разделы паспорта БВР и графической части.
7. 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).

**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