

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Блинова Светлана Павловна  
Должность: Директор колледжа  
Дата подписания: 25.06.2025 11:52:31  
Уникальный программный ключ:  
0314c6dbf971f61282da74d9ff87f8c839276779

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Заполярье государственный университет им. Н.М. Федоровского»  
Политехнический колледж

**Методические указания  
для выполнения курсового проекта  
по МДК «Основы горного дела»**

для специальности:  
21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых

Методические указания для выполнения курсового проекта для студентов специальности 21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых по МДК «Основы горного дела»

**Организация-разработчик:** Политехнический колледж ФГБОУ ВО Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского

**Разработчик:** Иванова Н.А., преподаватель

Рассмотрена на заседании цикловой комиссии общетехнических дисциплин

Председатель комиссии:



Н.А. Максименко

Утверждена методическим советом Политехнического колледжа ФГБОУ ВО Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского

Протокол заседания методического совета № 5 от «22» 04 2026 г.

Зам. директора по УМР



Е.В. Горпинченко

## **Введение**

Данная методическая разработка предназначена для студентов, обучающихся по специальности 21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых дневного и заочного отделений. Соответствует учебной программе МДК «Основы горного дела».

Указания по составу и оформлению пояснительной записки и графической части курсового проектирования излагаются в отдельном учебном пособии.

В методических указаниях даны рекомендации по выбору схем вскрытия, системы разработки по исходным данным, а также предлагаются расчеты для разработки паспорта БВР, паспорта проветривания и крепления, поперечного сечения горной выработки и времени проходческих операций.

Так как большое количество горных выработок различных размеров и назначений необходимо сооружать в сложных гидрогеологических условиях Талнахского и Октябрьского месторождений, то студентам предлагаются рекомендации по выбору формы и определению размеров поперечного сечения выработок.

Студентам предоставляется широкая возможность самостоятельно вносить в свой курсовой проект предложения по модернизации горного оборудования, совершенствованию управления, улучшению технико-экономических показателей, в первую очередь, повышению производительности труда и безопасности, снижению стоимости проведения горных выработок.

Рекомендуемая учебная и справочная техническая литература приведена в конце пособия.

## **Цель и задачи курсового проекта**

Курсовое проектирование призвано закрепить и расширить теоретические знания, полученные при изучении МДК «Основы горного дела», «Технология добычи полезных ископаемых», «Горные машины и комплексы», привить навыки самостоятельной работы, развить умение применять на практике полученные теоретические знания при решении задач производства.

Курсовой проект ставит перед студентами следующие задачи:

- систематизация и закрепление теоретических знаний, полученных при изучении специальных дисциплин;
- усвоение методики технологических расчетов, основ проектирования и организации производства;
- обоснование принимаемых решений в вопросах организации и управления производствам;
- умение правильно пользоваться специальной литературой при решении конкретных вопросов.

Недопустимо в проекте использование устаревшего оборудования и оборудования, снятого с производства. Похвально применение в курсовом проекте всего нового, что находится в стадии доработки и испытания, если к этому есть личные побуждения студента.

Решение всех вопросов проекта в обязательном порядке должно сопровождаться необходимыми расчетами или другими обоснованиями, это в значительной степени характеризует ценность проекта.

Особое внимание в проекте должно быть уделено мероприятиям по обеспечению безопасности работ.

## **Организация выполнения курсового проекта**

Курсовой проект является одним из видов самостоятельной работы студентов. Он готовит студентов к выполнению горной части дипломного проектирования.

Успешному выполнению проекта способствует хорошее усвоение теоретических знаний по МДК «Основы горного дела», «Технология добычи полезных ископаемых подземным способом» и «Горные машины и комплексы». Руководит работой студента над курсовым проектом преподаватель, ведущий специальные предметы. Он выдает задание с исходными данными. Успешное выполнение проекта достигается систематической работой студента по составленному руководителем графику. Календарный график на весь период работы над проектом позволяет правильно распределить время студента, дает возможность контролировать его работу, исключает чрезмерную перегрузку в последние недели перед сдачей работы.

Законченный курсовой проект сдается преподавателю в срок, предусмотренный графиком курсового проектирования. После проверки руководи-

тель указывает на ошибки и недостатки и после их устранения подписывает чертежи и разделы пояснительной записки.

Защита курсового проекта проводится в форме доклада, в течение которого студентом должна быть раскрыта тема. По окончании доклада студенту задаются вопросы, касающиеся заданной темы проекта.

### **Объем и содержание курсового проекта**

Курсовой проект по МДК «Основы горного дела» выполняется в следующем объеме: пояснительная записка содержит 18-25 стр. машинописного текста, графическую часть выполняют на двух листах формата А3. Пояснительная записка содержит поясняющий текст и соответствующие расчетные данные по следующим вопросам:

1. Введение, в котором раскрывается актуальность и значение темы, формулируются цели и задачи работы;
2. Горно-геологическая характеристика планируемого объекта с исходными данными;
3. Вскрытие месторождения;
4. Выбор грузоподъемности скипа;
5. Выбор системы разработки и ее описание;
6. Расчет размеров поперечного сечения транспортной горной выработки;
7. Проведение горной выработки;
8. Расчет количества воздуха, необходимого для проветривания горной выработки;
9. Охрана труда и промышленная безопасность;
10. Список используемой литературы, на которую необходимо делать ссылки в расчетной части пояснительной записки.

### **Исходные данные для проектирования**

Исходные данные для выполнения курсового проекта определяются темой проекта и выдаются руководителем проекта:

1. Глубину залегания месторождения  $H$ , м;
2. Угол падения месторождения  $\alpha$ , градусы;
3. Мощность рудного тела  $m$ , м;
4. Длину рудного тела по простиранию  $L$ , м;
5. Годовую производительность рудника  $A$ , млн.т;
6. Коэффициент крепости,  $f$  кр.
7. Плотность руды,  $g$ , т/м.куб.

## Раздел 1 Геологическое строение месторождения

В этом разделе прорабатывают следующие вопросы: генезис месторождения, форму, и мощность рудного тела, угол падения и размеры по падению и простиранию, нарушение залегания, устойчивость, физико-механические свойства руды и вмещающих пород.

Характер распределения рудных минералов в рудном теле. Металлы, которые получаются из добытой руды. Гидрогеологические условия и газоносность месторождения, способность отбитой руды к самовозгоранию.

### 1.1 Расчет суточной, сменной и часовой производительности рудника

Оптимальный срок существования рудника в зависимости от годовой производительности принимают по таблице 1.1

Таблица 1.1

Годовая производительность, млн.т	1,0-3,0	3,0-5,0	5,0-7,0	7,0-10,0	Более 10,0
Минимальный срок существования, лет	20	25	30	35	40

Годовая производительность рудника  $A$ , срок его существования  $t$  и промышленные запасы руды в месторождении  $D$  связаны следующей зависимостью:

$$D = \frac{A \cdot t(1-p)}{K_{изв}}, \quad (1.1)$$

где  $K_{изв}$  - коэффициент извлечения руды при добыче;  
 $p$  - коэффициент разубоживания руды.

Коэффициент извлечения и разубоживания берут из таблицы 1.2

Таблица 1.2

Коэффициенты	Система разработки месторождения		
	Принудительного обрушения руды и вмещающих пород	Закладкой очистного пространства	Камерно-столбовые

1	2	3	4
$K_{\text{изв}}$	0,80	0,95	0,61
$P$	0,20	0,07	0,02

Размер рудного тела по падению определяется по формуле:

$$B = \frac{D}{m \cdot L \cdot Y}, \text{ м.}, \quad (1.2)$$

где  $Y$ - объемный вес руды, т/м<sup>3</sup>.

Суточная производительность рудника:

$$A_{\text{сут}} = \frac{A}{n}, \text{ т.}, \quad (1.3)$$

где  $n$  - число рабочих дней в году.

Сменная производительность рудника:

$$A_{\text{см}} = \frac{A_{\text{сут}}}{n_1}, \text{ т/см.}, \quad (1.4)$$

где  $n_1$  - число смен в сутках.

Часовая производительность рудника

$$A_{\text{час}} = \frac{A_{\text{см}}}{n_2}, \text{ т/час.}, \quad (1.5)$$

где  $n_2$  - количество часов в смену.

## ***Раздел 2 Вскрытие месторождения***

Месторождение вскрывают главными и вспомогательными выработками. Главные выработки (стволы и штольни) проходят с поверхности и служат для транспортирования полезных ископаемых на поверхность, вентиляции, передвижения людей и других целей. Вспомогательные вскрывающие выработки служат для вскрытия отдельных участков рудного тела.

В равнинной местности вскрытие производят стволами. Вскрытие штольной применяется в гористой местности. Студент самостоятельно выбирает схему вскрытия и количество главных и вспомогательных стволов. Учитывается, что по «Правилам безопасности», выработок, вскрывающих месторождение, должно быть не менее двух. Для приближенного расчета при производственной мощности рудника в I млн. т. в год принимается один главный ствол. Каждое последующее увеличение производительности на I млн. т. увеличивает число главных вскрывающих выработок на единицу.

## ***Раздел 3 Выбор грузоподъемности скипа***

Сечение главного ствола определяется габаритами размещаемого в нем оборудования. При производственной мощности рудника более 500 тыс.

т. в год, рекомендуется скиповой подъем. Оптимальный груз, поднимаемый за один раз, определяется по формуле В.И. Киселева:

$$Q = 5,4 Q_{\text{час}} \sqrt[4]{H}, \text{ кг.}, \quad (3.1)$$

где  $Q_{\text{час}}$  - часовая производительность подъема, т;  
 $H$  - высота подъема, м.

Часовая производительность подъема

$$Q_{\text{час}} = \frac{cA}{nT}, \text{ т/ч.}, \quad (3.2)$$

где  $c$  - коэффициент неравномерности работы подъема,  
 $c = 1,25$ ;  
 $T$  - число часов работы подъема в сутки,  $T = 16$ ;  
 $n$  - число рабочих дней в году.

Наибольшая грузоподъемность скипов - 50 т. Если величина превышает наибольшую грузоподъемность скипов, надо предусматривать несколько скиповых установок. Выбранная емкость скипов проверяется на допустимую скорость движения их в столе.

Необходимое число подъемов в час:

$$n_{\text{час}} = \frac{Q_{\text{час}}}{Q}, \quad (3.3)$$

где  $Q$  - принятая грузоподъемность скипа, т.

Полное время одного подъема:

$$t = \frac{3600}{n_{\text{час}}}, \text{ с.} \quad (3.4)$$

Средняя скорость движения скипа:

$$v = \frac{H}{t}, \text{ м/с} \quad (3.5)$$

Полученная скорость не должна превышать  $0,8 \sqrt{H}$ , м/с.

При вскрытии штольной выполняется расчет количества транспортных средств, обеспечивающих суточную производительность рудника.

#### ***Раздел 4 Выбор системы разработки и ее описание***

Обосновывают вариант системы разработки для одного из участков рудного поля на основе анализа последних достижений в горнорудной промышленности, и в частности рудников НПР. В курсовом проекте описывают:

- систему разработки и процессы очистной выемки;
- буровзрывные работы, буровое оборудование, расположение и глубину шпуров или скважин, способ их заряжания;
- уборку породы, средства механизации;
- способ закладки очистного пространства, материал закладки;
- схему вентиляции рудника.

## **Раздел 5 Расчет размеров поперечного сечения выработок при самоходном оборудовании**

Расчет размеров выработки при самоходном оборудовании должен производиться с соблюдением требований «Инструкции по безопасному применению самоходного оборудования в подземных рудниках».

При скорости движения более 10 км/ч рекомендуется производить расчет ширины проезжей части с учетом рекомендаций, изложенных в работе.

В транспортных выработках с интенсивностью движения более 100 машин в сутки устраивают дорожное покрытие и тротуар (или пешеходную дорожку). При меньшей интенсивности движения пешеходную дорожку не делают, а при необходимости сооружают ниши для укрытия людей через каждые 50 м.

В подэтажных выработках, имеющих относительно небольшой срок службы, дорожное покрытие не предусматривают.

Сечение транспортных выработках с большой интенсивностью движения, с дорожным покрытием и тротуаром и при скоростях превышающих 10 км/ч показано на рисунке 5.1. При наличии бордюра у водоотводной канавки зазор может быть принят равным  $b = 300$  мм вместо 600 мм по инструкции. При наличии тротуара с бордюром ширина пешеходной дорожки может быть также уменьшена и составлять  $a = 800$  мм (вместо 1000 или 1200 мм). Однако в этом случае необходимо определить ширину проезжей части  $A$ , которая больше ширины самоходной машины  $d$  по формуле:

$$A = d + 1,5C + 12v, \text{ мм} \quad (5.1)$$

где  $C$  - ширина профиля покрывки, мм;  
 $v$  - скорость движения машин, км/ч,

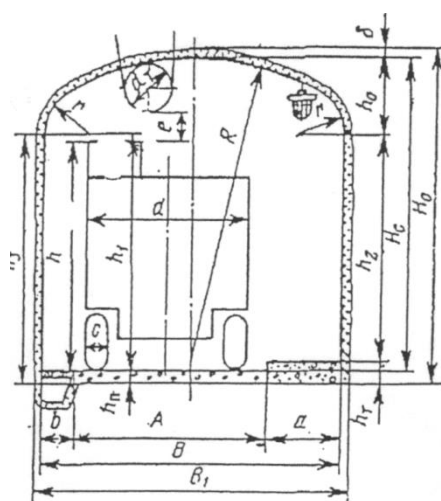


Рисунок 5.1 - Сечение транспортной выработки прямоугольносводчатой формы при безрельсовом транспорте с набрызгбетонной крепью

Ширина выработки в свету

$$B = a + A + b, \text{ мм} \quad (5.2)$$

Если бордюр у канавки отсутствует, а вместо тротуара имеется пешеходная дорожка, не огражденная бордюром, и скорость движения машины не превышает 10 км/ч, то ширина выработки:

$$B = a + d + b, \text{ мм} \quad (5.3)$$

где  $d$  - ширина машины, мм;

$a$  - зазор между выступающей частью транспортного средства и стенкой выработки со стороны прохода людей, мм;

$b$  - зазор между выступающей частью транспортного средства и стенкой выработки с противоположной стороны людей, мм.

Если в работе не предусмотрено постоянное нахождение людей, то пешеходная дорожка отсутствует, ширина выработки в свету (рисунок 5.2) составит:

$$B = d + 2b, \text{ мм} \quad (5.4)$$

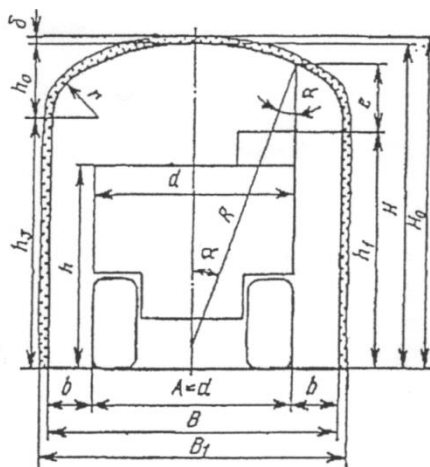


Рисунок 5.2 - Сечение подэтажной выработки прямоугольно-сводчатой формы при безрельсовом транспорте с набрызг-бетонной крепью.

Ширина выработки при наличии крепи определяется по формуле:

$$B_1 = B + 2b, \text{ мм} \quad (5.5)$$

где  $b$  - толщина крепи, принимаемая при расчете, мм.

Высота коробового свода определяется в зависимости от коэффициента крепости горных пород по шкале М.М. Протодя-конова.

Для монолитной бетонной крепи при коэффициенте крепости  $f = 3 \div$

$$h_0 = B/3, \text{ мм}$$

Для набрызгбетонной и анкерной крепи и в выработках без крепления

$$\text{при } f \leq 12, h_0 = B/3$$

$$\text{при } f > 12, h_0 = B/4$$

Кривая трехцентрового (коробового) свода образуется тремя дугами: осевой R и двумя боковыми г. Радиусы в зависимости от его высоты приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Высота свода	B/3	B/4
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Радиус осевой дуги R	R = 0,692 B	R = 0,905 B
Радиус боковой дуги г	r = 0,262 B	r = 0,173 B

Минимальная высота выработки по оси в свету должна быть не менее:

$$H_c = h + e + d_m, \text{ мм} \quad (5.6)$$

где  $d_m$  - диаметр вентиляционной трубы, мм;

$e$  - минимальный зазор между наиболее выступающей частью машины и кровлей выработки,  $e = 500$  мм (таблица 5.2)

$h$  - высота машины по кабине, мм.

Высота вертикальной стенки от уровня дорожного покрытия:

При наличии дорожного покрытия:

$$h_1 = H_c - h_0, \text{ мм} \quad (5.7)$$

При отсутствии дорожного покрытия:

$$h_1 = h_3 = h, \text{ мм} \quad (5.8)$$

Высота вертикальной стенки со стороны тротуара:

$$h_2 = h_1 - h_6, \text{ мм} \quad (5.9)$$

где  $h_6$  - высота бордюра, равная 200-300 мм.

При отсутствии тротуара высоту вертикальной стенки  $h_2$  не определяем (рисунок 5.2).

Высота вертикальной стенки от почвы выработки:

$$h_3 = h_1 - h_n, \text{ мм} \quad (5.10)$$

где  $h_n$  - толщина дорожного покрытия, мм.

Площадь поперечного сечения выработки в свету (без учета возвышения тротуара над дорожным покрытием):

$$\text{при } f \leq 12, h_0 = B/3 \quad S_{\text{св}} = B(h_2 + 0,26B), \text{ м}^2 \quad (5.11)$$

$$\text{при } f > 12, h_0 = B/4 \quad S_{\text{св}} = B(h_2 + 0,175B), \text{ м}^2 \quad (5.12)$$

Проектная площадь сечения выработки (вчерне):

$$\text{при } f \leq 12, h_0 = B/3 \quad S_{\text{вч}} = B_1(h_2 + 0,26B_1), \text{ м}^2 \quad (5.13)$$

$$\text{при } f > 12, h_0 = B/4 \quad S_{\text{вч}} = B_1(h_2 + 0,175B_1), \text{ м}^2 \quad (5.14)$$

Таблица 5.2 - Нормативные показатели

<i>Наименование показателей</i>	<i>Размер, м</i>
<i>1</i>	<i>2</i>
Максимальное расстояние от сиденья машиниста погрузочно-доставочного оборудования до наиболее выступающей части кровли при его эксплуатации в условиях закрепленной и устойчивой кровли выработки	1,3
Минимальный зазор между наиболее выступающей частью машины и кровлей выработки	e - 0,5
Минимальные зазоры между наиболее выступающей частью транспортного средства и стенкой (крепью) выработки или размещенном в выработке оборудованием: - со стороны прохода людей - с противоположной стороны	a = 1,2 b - 0,5
Минимальный зазор со стороны свободного прохода при устройстве пешеходной дорожки высотой 0,3 м и шириной 0,8 м или при устройстве ниш через 25 м	a = 1,0
Минимальные размеры разминочных ниш: высота ширина глубина	1,8 1,2 0,7
Минимальный зазор между транспортным средством и стенкой выработки при исключении возможности нахождения в этих выработках людей, при движении со скоростью: до 10 км/ч более 10 км/ч	b - 0,5 b - 0,6
Минимальная высота свободного прохода по всей ширине выработки от почвы	h <sub>2</sub> = 1,8
Ширина машины	d
Ширина проезжей части при движении со скоростью: до 10 км/ч более 10 км/ч	A = d A > d

Уширение выработки на поворотах	0,3 - 0,5
Толщина дорожного покрытия в транспортных выработках с интенсивностью движения до 100 единиц в сутки и более	$h_n = 0,3$

Таблица 5.3 - Типоразмеры и марки машин

<i>Параметры</i>	ST-6	ST-1000	T-007	T-400	ST-8	BM-14	T-1400	ST-14	T-35	T-40
<i>l</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Грузоподъемность, т	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16
Высота разгрузки ковша, м	1,2	2,1	1,6	2,24	1,8	2,8	2,2	3,25	2,0	3,55
Высота по кабине максимальная, м	2,12	2,12	2,12	2,12	2,24	2,12	2,5	2,5	2,65	2,65
Ширина (максимальная), м	1,32	1,4	1,7	1,8	1,9	2,36	2,5	2,5	2,8	2,8
Площадь поперечного сечения выработки, м <sup>2</sup>	5-7	5-7	7-9	7-9	9-12	9-12	12-14	12-14	Свыше 14	Свыше 14

## Раздел 6 Проведение горных выработок

В зависимости от сечения выработки и устойчивости пород выбирают способ проходки выработки, принимают проходческое оборудование. При выборе оборудования рекомендуется использовать материалы, представленные руководителем курсового проекта.

### 6.1 Расчет количества и глубины шпуров

Глубину шпуров определяют в зависимости от продолжительности цикла:

$$l_{\text{шп}} = \frac{T - t_{\text{з.в.н}}}{\frac{N}{V_6 n_6} + \frac{S\eta}{P_y n_y} + \frac{n\eta}{P_k \cdot r}}, \text{ м} \quad (6.1)$$

где  $T$ - продолжительность цикла,  $T= 7$  час;

$t_{\text{з.в.н}}$  - время на зарядание, взрывание, проветривание  $t = 1,5 - 3$  час

$N$ - общее число шпуров на забой.

$n_6$  - число перфораторов;

$V_6$  - скорость бурения одним перфоратором, м/ч,  
таблица 6.1

Общее число шпуров на забой  $N \approx K\sqrt{fS}$

где  $K$  - коэффициент, зависящий от диаметра шпуров,  
 $K = 2,5$ ;

$S$  - площадь поперечного сечения выработки;

$\eta$  - коэффициент использования шпуров (КИШ),

$\eta = 0,85 \div 0,9$ ;

$n_y$ - число погрузочных машин;

$P_y$  - производительность погрузочных машин, м<sup>3</sup>/ч,  
таблица 6.2, 6.3.

$P_k$  - норма выработки при креплении горных выработок железобетонными штангами,  $P_k = 60$  шт/человек в смену;

$n$  - число штанг в ряду. Расстояние между штангами в ряду принимают равным 1 м;

$r$  - расстояние между рядами штангой крепи,  $r = 0,7 \div 1,5$  м.

Выбирают и обосновывают конструкцию вруба. Схему расположения шпуров в забое приводят в пояснительной записке;

Таблица 6.1 – Нормы выработки

Коэффициент крепости по Протодяконову	Марка бурильных молотков	
	ПП-22	ПТ-48
	Норма выработки, пм/смену	
4	67	60
7	50	46
11	30	28,6
	Тип буровой установки	
	Каво-Дрилл - 555	Бумер - 342 Н
	Норма выработки, пм/смену	
	7	178,7
9	151,4	188,0

При креплении выработки торкретбетоном последнее слагаемое знаменателя формулы (6.1) будет иметь вид:

$$\frac{P_n}{P_p}$$

где  $P_n$  - длина (периметр) стен и свода выработки, м;

$P_p$  - производительность установки для торкретирования.

В случае крепления штанговой крепью и торкретбетоном последнее слагаемое знаменателя примет вид:

$$\left( \frac{n}{P_k \cdot r} + \frac{P}{P \cdot r} \right) \eta \quad (6.2)$$

Таблица 6.2- Нормы выработки

Марка погрузочной машины	ПНБ - 3Д	ПДМ- 12	СТ-8
1	2	3	4
Емкость погружаемых вагонов, м <sup>3</sup>	9,0	4,0	3,1 -3,0 3,1 -4,0
Норма выработки, м <sup>3</sup> /см	85,0	58,5	33,8-35,8

Таблица 6.3- Нормы выработки

Марка погрузо- доставочной ма- шины	Расстояние доставки, м				
	20	40	60	80	100
	Норма выработки, м <sup>3</sup> /смену				
ПД- 12	35,5	32,0	28,6	26,5	24,4
КАВО-510	45,0	41,5	38,0	35,3	33,8
КАВО-310	21,2	20,0	18,6	17,3	16,6
СТ- 8	102,3	77,4	62,8	52,5	44,7

Таблица 6.4

Толщина наносимого слоя, см	Марка машин	
	Алива - 300	Растворонасос
	Кровля выработки, бока выработки	
	Норма выработки закрепленной поверхно- сти, м <sup>2</sup>	
0,5	208	104
1,0	104	52
2,5	41,5	20,8
5,0	20,8	10,4

## 6.2 Определение времени выполнения проходческих операций

Время бурения шпуров:

$$t_6 = \frac{N \cdot \ell_{шп}}{V_6 n_6} \quad (6.3)$$

Время погрузки породы:

$$t_n = \frac{S \ell_{шп} \cdot \eta}{P_y n_y} \quad (6.4)$$

Время на крепление:

в случае крепления выработки железобетонными штангами:

$$t_k = \frac{\ell_{шп} \eta n}{P_k \cdot r}, \text{ ч.} \quad (6.5)$$

в случае крепления выработки торкретбетоном:

$$t_k = \frac{PL_{шп} \cdot n}{P_p}, \text{ ч.} \quad (6.6)$$

в случае крепления выработки железобетонными штангами и торкретбетоном:

$$t_k = \ell_{\text{шн}} \cdot \eta \left( \frac{n}{P_k} + \frac{P}{P_p} \right), \text{ ч.} \quad (6.7)$$

В случае применения штанговой крепи необходимо учесть время бурения шпуров для размещения штанг. Количество штанг определяют исходя из числа штанг в ряду и расстояния между рядами штанговой крепи. Длину штанг принимать = 1,5 м. Скорость бурения шпуров для штанговой крепи принимать по таблице 6.1.

### 6.3 Организация работ при проходке выработки

На основании полученных данных строим график организации работ, т.е. циклограмму.

Вспомогательные операции: бурение шпуров для штанговой крепи, совмещают по времени с выполнением основной проходческой операции - бурение шпуров.

Таблица 6.5 - Циклограмма на проведение штрека

Операции	Время, мин.	I смена						Пере- рыв		II смена					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Погрузка породы	160	█													
Бурение шпуров	160			█											
Заряжение и взрывание шпуров	40						█								
Проветривание	120							█							
Крепление	360									█					

## 7 Проветривание горных выработок

### 7.1 Расчет вентиляции при проходке горной выработки

Для проветривания выработки необходимо следующее количество воздуха:

а) при нагнетательном способе проветривания:

$$Q = \frac{21,4}{t} \cdot \sqrt{Q_3 \cdot V}, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (7.1)$$

где  $t$  - время проветривания выработки, мин;

$V$  - объем проветривания выработки,  $\text{м}^3$ ;  
 $Q_3$  - количество ВВ, взрываемое за 1 цикл, кг.

$$Q_3 = q \cdot S \cdot I_{\text{шн}} \cdot \eta, \text{ кг} \quad (7.2)$$

где  $q$  - удельный расход ВВ,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ; [Л - 2, с. 140].

б) при всасывающем и комбинированном проветривании:

$$Q = \frac{b}{t} \cdot \sqrt{Q_3 \cdot S} \cdot (75 + Q_3), \text{ м}^3/\text{мин} \quad (7.3)$$

Определяем потери напора, вызванные сопротивлением трубопровода:

$$R = \frac{6,5 \cdot \alpha \cdot \ell}{d^5}, \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4 \quad (7.4)$$

где  $\alpha$  - аэродинамический коэффициент трения,  
 $\alpha = 0,00035 \div 0,00025$  - для металлических труб,  
 $\alpha = 0,00016 \div 0,00013$  - для текстуритовых труб;  
 $\ell$  - длина трубопровода, м;  
 $d$  - диаметр труб, м,  $d = 0,3 \div 0,8$  м - для металлических труб,  
 $d = 0,5 \div 0,9$  м - для текстуритовых труб.

Определяем коэффициент потерь воздуха:

$$p = \left( \frac{1}{3} c d \frac{L}{m} \sqrt{R} + 1 \right)^2 \quad (7.5)$$

где  $c$  - коэффициент, зависящий от качества сборки трубопровода,  $c = 0,001 + 0,003$ ;  
 $m$  - длина одной трубы, м; [Л - 2, с. 177].

Производительность вентилятора:

$$Q_{\text{вент}} = pQ, \text{ м}^3/\text{с} \quad (7.6)$$

Депрессия вентилятора  $h_{\text{вент}} = pRQ^2$ , мм вод.ст.

По полученным значениям  $Q_{\text{вент}}$  и  $h_{\text{вент}}$  выбирают тип вентилятора. Мощность двигателя вентилятора определяют по формуле:

$$N = 1,05 \frac{Q_{\text{вент}} \cdot h_{\text{вент}} \cdot g}{1000 \cdot \eta}, \text{ кВт} \quad (7.7)$$

где  $\eta$  - к.п.д. вентилятора,  $\eta = 0,6 \div 0,7$ .

По величине  $N$  по каталогу выбирают тип электродвигателя.

## 7.2 Количество воздуха, необходимого для проветривания рудника

Подсчет количества воздуха, необходимого для проветривания рудника, производят:

а) По наибольшему числу людей, занятых одновременно на подземных работах в руднике:

$$Q = qn, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (7.8)$$

где  $q$  - норма воздуха на одного подземного рабочего, равная по правилам безопасности  $6 \text{ м}^3/\text{мин}$ ;

$n$  - наибольшее число рабочих, одновременно находящихся в подземных выработках.

б) По суточной добыче:

$$Q = qA_{\text{см}}b, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (7.9)$$

где  $q$  - количество подаваемого в шахту воздуха в зависимости от категории рудника по газу определяется в соответствии с данными таблицы 7.1;

$b$  - коэффициент неравномерности добычи (обычно 1,05-1,15);

$A_{\text{см}}$  - сменная производительность подземного рабочего, т/см.

Сменную среднюю производительность подземного рабочего для системы блокового принудительного обрушения принимают 10 т/см, при слоевой системе с закладкой и использованием самоходного оборудования - 12 т/см; при камерно-столбовой системе - 14 т/см.

Таблица 7.1- Категории рудника по газу

Показатели	Категории по газу			
	1	2	3	Сверхкатегорийные
1	2	3	4	5
Минимальное количество воздуха на $1 \text{ м}^3$ среднесуточной добычи горной массы, $\text{м}^3/\text{мин}$	1,4	1,75	2,1	Должно быть таким, чтобы содержание в общей исходящей струе не превышало 0,75%, но не менее $2,1 \text{ м}^3/\text{мин}$ .

По дизельному оборудованию, применяемому в подземных условиях, расчет количества воздуха ведут по формуле:

$$Q = qn, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (7.10)$$

где  $q$  - количество воздуха, установленное правилами ТБ, равное 5 м<sup>3</sup>/мин на одну лошадиную силу дизельного оборудования;  
 $n$  - суммарная мощность дизельного оборудования, применяемого в подземных условиях.

По расходу ВВ приближенно:

$$Q = \frac{500B}{T}, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (7.11)$$

где  $B$  - максимальное количество одновременно взрываемого ВВ, кг (по технологическим нормам удельный расход ВВ на очистные работы составит 0,9 кг/м<sup>3</sup>);  
 $T$  - время проветривания (при отбойке шпуровым способом  $T= 30$  мин, при массовых взрывах  $T= 8$  час).

Подсчет количества воздуха, необходимого для проветривания подземных выработок, производят по каждому из указанных факторов. Наибольшее количество воздуха, полученного в одном из расчетов, принимается как необходимое для проветривания данного рудника. В связи с утечками воздуха предусматривается увеличение расчетного количества воздуха на 20-40 процентов.

Сечение воздухоподающей выработки определяют по формуле:

$$S = \frac{Q}{60V} \quad (7.12)$$

где  $V$  - скорость воздуха, допустимая по ТБ,  $V = 8$  м/с.

## **8 Охрана труда и промышленная безопасность**

Разработка данного раздела носит ознакомительный характер. В результате работы над разделом студенты знакомятся с основными опасными и вредными производственными факторами, требованиями техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты.

В разделе «Охрана труда и промышленная безопасность» следует указать нормативные значения показателей, таких как:

- освещенность на рабочих местах;
- допустимые уровни шума, вибрации;
- температура и влажность окружающего воздуха.

Следует привести:

- допустимые нормы содержания метана и углекислого газа в рудничной атмосфере выработки;
- контроль над составом рудничной атмосферы, применяемые приборы, периодичность замера, правила установки датчиков стационарных автоматических приборов контроля метана в подготовительной выработке;

- допустимые концентрации пыли в рудничной атмосфере и меры борьбы с пылью, как профессиональной вредностью при проведении горных выработок;

- способы передвижения и перевозки людей по горным выработкам;

- оказание первой помощи при несчастных случаях, ушибах, резаных ранах, переломах, поражении электрическим током;

- наличие пожарно-оросительного трубопровода и размещение первичных и автоматических средств пожаротушения.

Кроме того, следует уделить внимание вопросам культуры производства. В курсовом проекте согласно заданию возможно рассмотрение вопросов экологии.

## *Контрольные вопросы*

- 1 Физико-механические свойства горных пород.
- 2 Системы разработки с закладкой выработанного пространства.
- 3 Атмосферный и рудничный воздух, контроль над состоянием рудничной атмосферы.
- 4 Рудничные пожары, способы их предупреждения и тушения.
- 5 Способы проветривания выработок.
- 6 Сплошная слоевая система с твердеющей закладкой и восходящим порядком выемки.
- 7 Способы поддержания горных выработок.
- 8 Цель вскрытия месторождений.
- 9 Комбинированные системы разработки с закладкой выработанного пространства.
- 10 Способы бурения шпуров и скважин. Способы пылеподавления.
- 11 Способы взрывания зарядов ВВ, конструкция зарядов.
- 12 Основные элементы залегания рудного тела.
- 13 Вскрытие шахтного поля вертикальными стволами.
- 14 Рудничная пыль и борьба с ней. Предельно-допустимые концентрации пыли.
- 15 Основные стадии подземной разработки полезных ископаемых. Вскрытие.
- 16 Ликвидация отказов (БВР). Уничтожение ВМ.
- 17 Стадии разработки полезных ископаемых подземным способом. Очистная выемка.
- 18 Схема расположения шпуров в забое.
- 19 Классификация систем разработки.
- 20 Шпуровой метод ВР.
- 21 Основные виды горной крепи. Торкретирование.
- 22 Взрывчатые вещества и средства взрывания.
- 23 Схема проветривания.
- 24 Способы взрывания (электрический, огневой, электроогневой).
- 25 Буровые инструменты: буры и буровые коронки.
- 26 Организация проходческих работ. Циклограммы.
- 27 Производственные операции процесса БВР.
- 28 Расчет массы заряда при шпуровом методе. КИШ.
- 29 Назначение вентиляции подземных выработок. Рудничная пыль.
- 30 Этажно-камерная система разработки с последовательной монолитной закладкой.
- 31 Формы и размеры поперченного сечения горизонтальных выработок.
- 32 Подземные пожары. Меры пожарной безопасности.
- 33 Распределение воздуха по выработкам.
- 34 Вредные и ядовитые примеси рудничного воздуха. Нормы допустимых концентраций различных газов.
- 35 Определение понятий «очистные работы», «подготовительные работы».

- 36 Элементы горной выработки.
- 37 Вскрытие штольной.
- 38 Производственные операции очистной выемки.
- 39 Способы возведения анкерной крепи.
- 40 Главные и вспомогательные вскрывающие выработки.

## Библиографический список

- 1 Агошков М.И., Борисов С.С, Боярский В.А. Разработка рудных и нерудных месторождений: Учебник для техникумов. - 3-е изд., перероб. и доп. - М.: Недра, 2019. - 424 с.
- 2 Шехурдин В.К., Несмотряев В.И., Федоренко П.И. Горное дело: Учебник для техникумов. - М.: Недра, 2018. - 440 с.
- 3 Безопасность при взрывных работах: Сборник документов. Серия 13. Выпуск 1/Колл. авт. - М.: Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2018. - 248 с.
- 4 Зарев А.А. Рудничная вентиляция и борьба с подземными пожарами: Учебник для техникумов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 2020. - 248 с.
- 5 Мельников Н.И. Проведение и крепление горных выработок: Учебник для техникумов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 2022. - 336 с: ил.
- 6 Шехурдин В.К. Задачник по горным работам, проведению и креплению горных выработок: Учебное пособие для техникумов. М.: Недра, 2018. - 240 с.
- 7 Г.А. Заплавский, В.А. Лесных Технология подготовительных и очистных работ: Учебник для техникумов. – М.: Недра, 2020. – 423с.:ил.
- 8 С.К.Мангуш Взрывные работы при проведении подземных горных выработок: Учебное пособие. – 2-е изд., стер. – М.: Издательство МУ, 2020.- 120с.: ил.
- 9 К.З. Ушаков и др. Безопасность ведения горных работ. 2-е изд. Стер. – М.: Издательство МГУ, 2018. – 487с.: ил.
- 10 Оформление текстовых документов: Методические указ./сост.: В.Г. Василенко, Т.В. Король; Норильский индустриальный институт. – Норильск: НИИ. – 35с.