

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Блинова Светлана Павловна

Должность: Директор колледжа

Дата подписания: 25.06.2019 11:52:32

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 СТУДЕНТОВ ПО ПРОВЕДЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
междисциплинарного курса
«ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА»**

для специальности:

21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых

Методические указания для студентов по проведению практических работ междисциплинарного курса «Основы горного дела» для специальности 21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых

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

Разработчик: Иванова Н.А., преподаватель

Рассмотрены на заседании цикловой комиссии общетехнических дисциплин

Председатель комиссии: Н.А. Максименко

Утверждены 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

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	3
Введение.....	4
Практическая работа № 1	6
Практическая работа № 2	10
Практическая работа № 3	14
Практическая работа №4	219
Практическая работа № 5	242
Список литературы	
29	

Введение

Методические указания для проведения практических занятий предназначены для студентов, обучающихся по специальности 21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых

Целью практических работ является закрепление студентами полученных теоретических знаний предмета.

Практические занятия проводятся с применением плакатов, схем, действующих моделей, чертежей, отдельных узлов транспортных машин, деталей и других технических средств.

Методические указания разработаны с учетом применения практических навыков в будущей профессиональной деятельности студентов.

Объем некоторых практических работ рассчитан на несколько занятий. Это позволяет более глубоко закрепить полученные знания при изучении междисциплинарного курса «Основы горного дела».

По окончании работы студенты должны составить письменный отчет, в котором представляют:

- 1 Наименование работы, цель ее выполнения
- 2 Расчет по заданным исходным данным
- 3 Описание работы и выводы

В результате освоения междисциплинарного курса «Основы горного дела» обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС следующими умениями, знаниями, которые формируют общие компетенции:

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 4. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 6. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды,

ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

В результате освоения междисциплинарного курса «Основы горного дела» обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС следующими умениями, знаниями, которые формируют профессиональные компетенции:

ПК 1.1. Разрабатывать и интерпретировать техническую и технологическую документацию на ведение горных и взрывных работ.

ПК 1.2. Организовывать и контролировать выполнение горно-подготовительных и вспомогательных работ при подземной добыче полезных ископаемых.

ПК 1.3. Организовывать и контролировать выполнение работ на стационарных подземных установках, подземных самоходных машинах и буровых установках.

ПК 1.4. Организовывать и контролировать выполнение взрывных работ на подземных горных предприятиях.

Практическая работа № 1

ПОДЗЕМНЫЕ ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ, ИХ НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ

Цель работы: Закрепление и углубление знаний студентов по горным выработкам, привитие навыков работы с геолого-маркшейдерской документацией.

Теоретические основы выполнения работы

Горные работы - комплекс работ (процессов) по проведению, креплению и поддержанию горных выработок.

Эксплуатационные горные выработки - выработки, необходимые для разработки месторождения. Следует отметить, что эксплуатационные выработки кроме своего основного назначения выполняют функции детальной разведки, уточняя и дополняя горно-геологическую характеристику разрабатываемого месторождения. Подземные эксплуатационные выработки делятся на: вскрывающие, подготовительные и очистные.

К вскрывающим горным выработкам относятся основные выработки, вскрывающие запасы в шахтном поле (стволы, штольни, главные квершлагги).

Подготовительные выработки - выработки, проводимые при подготовке отдельных частей шахтного поля к очистной выемке. По назначению они подразделяются на выработки главных или основных направлений (этажные квершлагги, основные и полевые штреки, участковые бремсберги и уклоны) и прочие подготовительные выработки.

Очистными называют выработки, служащие для непосредственной выемки полезного ископаемого.

Нижнюю часть периметра поперечного сечения горизонтальных и наклонных выработок принято называть *почвой выработки*, верхнюю - *кровлей выработки*, боковые стороны - *боками выработки*. В вертикальных и крутонаклонных выработках, пройденных по пласту, вместо терминов «почва» и «кровля» нередко употребляют выражение «лежащий бок» и «висячий бок» соответственно.

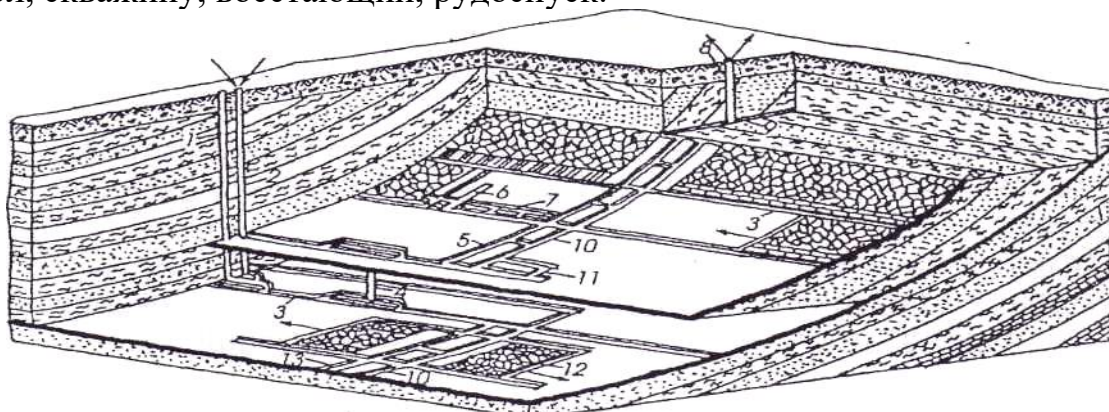
Место, откуда начиналось проведение данной выработки, называется ее *устьем*. Бывают исключения из этого правила, главным образом при проведении уклонов и бремсбергов снизу вверх. Устьем таких выработок считается место, где они соединяются с вышерасположенной горизонтальной выработкой, чаще всего штреком.

Забоем выработки называют место разрушения массива горных пород. Примыкающая к забою часть выработки, где непосредственно ведутся работы по ее проведению, представляет собой *призабойное пространство*.

Место соединения нескольких выработок (чаще двух, реже трех) называют *сопряжением горных выработок*.

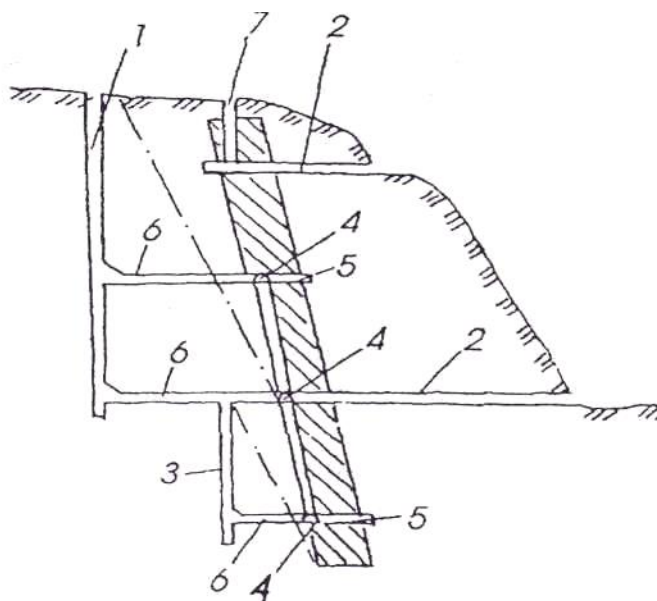
Расположение горных выработок в пространстве, их названия и назначение рассмотрим применительно к рисунку 1.1 и рисунку 1.2.

К вертикальным выработкам относят ствол, шурф, гезенк, слепой ствол, скважину, восстающий, рудоспуск.



1; 2 - вертикальные стволы, соответственно главный и вспомогательный; 3 - штрек; 4 - гезенк; 5 - бремсберг; 6 - очистная камера; 7 - просек; 8 - шурф; 9 - квершлаг; 10 - ходок; 11 - печь; 12 - лава; 13 - уклон

Рисунок 1.1 – Схема расположения горных выработок в шахтном поле



1 - ствол; 2 - штольни;
3 - слепой ствол; 4 - штреки; 5 - орты; 6 - квершлаг; 7 - шурф

Рисунок 1.2 – Схема расположения подземных горных выработок при вскрытии месторождения в гористой местности

Наклонные выработки включают наклонный ствол, бремсберг, уклон, ходок, скат, восстающий.

Горизонтальными считаются выработки, проведенные горизонтально или с незначительным уклоном в толще полезного ископаемого или по породе. К ним относятся штольня, квершлаг, штрек, орт, просека.

Очистная камера - горная выработка небольшой длины, в которой добывают полезное ископаемое. Обычно между камерами оставляют междуканнерные целики, служащие для поддержания кровли.

Капитальными называют выработки, обслуживающие шахту в течение всего срока работы горного предприятия или значительной части этого срока. К капитальным относят вскрывающие и некоторые подготавливающие выработки (штреки, бремсберги), а также отдельные специальные камеры. На практике к капитальным выработкам относят обычно тех выработки, которые имеют срок службы 10-15 лет.

Задание и порядок выполнения работы

После ознакомления с теоретическими основами выполнения работы (классификация, терминология и функциональная характеристика горных выработок) студент получает вариант задания, отражающий горно-геологические условия разработки.

Определяется перечень горных выработок, которые могли бы (с учетом целесообразности) быть пройденными в данных условиях. При этом принимаемые решения должны быть аргументированы.

Затем по предложенным планам горных работ студенты изучают выработки, изображенные на определенном участке шахтного поля.

По окончании работы студенты письменно отвечают на контрольные вопросы.

Таблица 1.1 – Варианты заданий на выполнение работы

Показатель	Варианты											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рельеф местности	Х	Р	Х	Г	Р	Г	Р	Р	Х	Р	Р	Г
Мощность наносов, м	130	75	15	35	150	30	5	40	30	60	10	40
Число забоев	1	2	2	1	3	2	2	1	2	2	2	2
Размер по падению участка ме-сторождения	1000	2400	2000	1700	2700	1250	1000	3000	4000	1500	3200	2100
Угол падения, градус	10	5	18	40	15	18	20	15	16	0	5	75
Расстояние доставки, м	40	20	45	80	30	35	29	70	25	40	45	100
Коэффициент разрыхления	1,4	2,6	1,4	0,9	1,0	1,8	2,0	1,2	1,7	0,7	1,4	4,5

Примечание: Г - гористый, Х - холмистый, Р - равнинный

Контрольные вопросы

- 1 Дайте определение штреку.
- 2 Дайте определение квершлагау.
- 3 Перечислите горизонтальные горные выработки.
- 4 Какие горные выработки относятся к наклонным?
- 5 Перечислите вертикальные горные выработки.
- 6 Чем отличается бремсберг от уклона?
- 7 Чем отличается скат от бремсберга?

- 8 В чем отличие квершлага от штрека?
- 9 В чем отличие квершлага от полевого штрека?
- 10 Что такое орт?
- 11 Что такое околовольный двор?
- 12 В чем отличие протяженных выработок от непротяженных?

Практическая работа № 2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОКОЛОСТВОЛЬНЫХ ДВОРОВ ПРИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛАХ

Цель работы: Закрепление знаний о типах околоствольных дворов рудников.

Теоретические основы выполнения работы

При вскрытии шахтного поля стволы проходят на заранее установленную глубину до откаточного горизонта, где проводят ряд горизонтальных протяженных выработок и камер.

Околоствольным двором называется взаимосвязанный комплекс капитальных горных выработок, расположенных непосредственно у ствола на данном горизонте и предназначенных для обслуживания подземного хозяйства.

В околоствольном дворе (ОД) производятся работы по приему и выдаче полезного ископаемого и породы на поверхность, приему материалов и оборудования, доставляемых в шахту с поверхности, и размещаются камеры различного технологического назначения.

Различают околоствольные дворы круговые, петлевые, челноковые, тупиковые и другие.

Для **кругового** двора характерно поточное движение вагонеток, при котором они заходят во двор и выходят из него одним и тем же торцом.

В **челноковом** дворе вагонетки после разгрузки меняют свое положение относительно направления движения. Грузенные вагоны заходят во двор и выходят порожними из двора противоположными торцами. Такую схему часто применяют в параллельных и тупиковых дворах. К тупиковому двору главная выработка горизонта примыкает с одной стороны, прием грузенных вагонеток и выдача порожних происходит с одной стороны от главного ствола.

На рисунке 2.1 показаны современные технологические схемы околоствольных дворов, позволяющие сократить маневровые операции по обработке грузенных составов, поступающих в околоствольный двор.

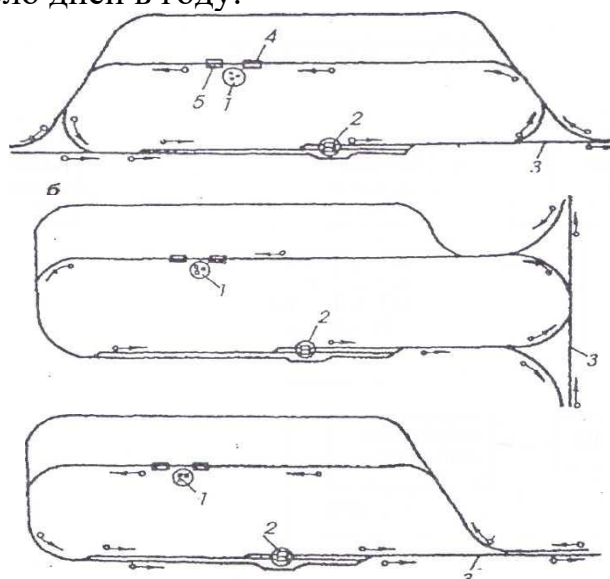
Пропускная способность около ствольных дворов определяется количеством полезного ископаемого, выдаваемого из рудника за определенный период времени

$$P_{сут} = \frac{60Tnq}{\tau_{ср}k \left(1 + \frac{q_y}{q_n} \beta\right)}; P_{год} = P_{сут}P_{д}, \quad (2.1)$$

- где $P_{сут}$ – суточная пропускная способность, т;
 $P_{год}$ – годовая пропускная способность, т;
 T – время транспорта в сутки, ч;
 n – число вагонеток в составе;
 q – грузоподъемность вагонетки, т;
 q_y – масса вагонетки с рудой, т;
 q_n – масса вагонетки с породой, т;
 β – отношение количества породы к руде по массе;

$k=1,5$ – коэффициент неравномерности работы транспорта;
 τ_{cp} – такт работы околоствольного двора, мин;
 N_{∂} – число дней в году.

а



а, б - круговой, соответственно с ветвями, параллельными и перпендикулярными к главной откаточной выработке; в - петлевой; 1 - скиповой ствол; 2 - клетевой ствол; 3 - главная откаточная выработка

Рисунок 2.1 – Типы околоствольных дворов

Под тактом работы околоствольного двора понимают средний интервал поступления составов в околоствольный двор.

При выборе типа околоствольного двора исходят из следующих требований: достаточная пропускная способность, целесообразная компоновка поверхности шахты, простая увязка двора с примыкающими выработками, минимальный объем выработок, простота маневров, минимум обслуживаемого персонала.

Объем выработок околоствольного двора ориентировочно определяется по эмпирическим формулам. При откатке контактными электровозами

$$V = 9000 + 1,57 A, \text{ м}^3, \quad (2.2)$$

при откатке аккумуляторными электровозами

$$M = 8300 + 1,53 A, \text{ м}^3, \quad (2.3)$$

где A – суточная производственная мощность шахты, т.

В зависимости от различных горно-геологических условий и схемы вскрытия околоствольные дворы могут иметь различную привязку к главной откаточной выработке: при разработке одиночных пластов; при вскрытии и разработке свиты пластов; при вскрытии и разработке свиты пластов; при большом расстоянии между отдельными свитами. При вскрытии свиты пластов и небольшом расстоянии между пластами около - ствольный двор располагают за пределами пластов и грузы с участков к стволам доставляют по квершлагу в одном направлении. При достаточном расстоянии между пластами околоствольный двор располагают на главной откаточной выработке (групповом тюлевом штреке или главном квершлагге). В этом случае

главная выработка используется как транспортная ветвь околоствольного двора.

Если горная масса в околоствольный двор поступает с двух сторон, то применяют круговые и челноковые околоствольные дворы, имеющие два заезда.

Задание и порядок выполнения работы

После ознакомления с теоретическими основами выполнения работы и приведенным примером выдается рабочий чертеж ОД для двух студентов.

Вначале рекомендуется ознакомиться в общих чертах с чертежом ОД: выписать название рудника, в каких породах располагается ОД и на каком горизонте.

По рабочему чертежу околовольного двора:

1 Определить количество и название стволов, у которых располагается ОД.

2 Установить функции стволов и типы транспортных средств в каждом из них.

3 Установить тип горной выработки, к которой примыкают главные ветки ОД.

4 Определить вид и схему транспортировки руды, породы, материалов и оборудования в ОД.

5 Установить класс ОД.

6 Вычертить технологическую схему ОД с указанием названия выработок и ветвей ОД, показать стрелками направление движения грузопотоков, дать описание схемы движения составов в ОД.

Итогом работы является отчет в письменной форме.

Контрольные вопросы

1 Дайте определение понятия околовольного двора.

2 Перечислите основные требования, предъявляемые к ОД.

3 Назовите основные факторы, влияющие на выбор схемы ОД.

4 Укажите, как классифицируются ОД по виду:

- вскрывающих выработок;
- подъемных средств в стволах (вертикальных);
- транспорта в ОД.

5 Укажите, как классифицируются ОД с локомотивным транспортом:

- по принципу движения составов в ОД (дайте пояснения);
- по схеме движения составов в ОД (дайте пояснения);
- по расположению главных ветвей ОД к примыкающей выработке.

6 Перечислите достоинства, недостатки и условия применения ОД:

- круговых;
- петлевых;
- челноковых;
- тупиковых.

7 Укажите достоинства и недостатки ОД:

- с поточным движением составов;
- с непоточным движением составов.

Практическая работа № 3

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК

Цель работы: научить студентов составлять паспорт буровзрывных работ (БВР).

Теоретические основы выполнения, работы

До проведения выработки составляется паспорт буровзрывных работ, представляющий собой технический документ (инструктивную карту), регламентирующий порядок производства взрывных работ шпуровым методом. Паспорт буровзрывных работ для подземных условий должен включать:

- схему расположения шпуров в забое, исключаящую возможность подрыва или обнажения зарядов при одновременном их взрывании;
- число шпуров и их глубину;
- массу зарядов в каждом шпуре;
- наименование ВВ и средств взрывания (СВ);
- число серий взрывания и их последовательность;
- материал забойки и ее величину;
- указание о месте укрытия взрывника и рабочих на время взрыва;
- время на проветривания забоя.

Схема расположения шпуров в забое приводится в трех проекциях для горизонтальной выработки и в двух проекциях для вертикальной, с указанием нумерации шпуров по очередности взрывания в них зарядов. Приводится конструкция заряда в шпуре. Данные о длинах шпуров, углах их наклона и массах зарядов в них сводятся в прилагаемую к паспорту таблицу. Приводится также таблица технико-экономических показателей, в которой указывается площадь сечения выработки, условия взрывания, наименование и число бурильных машин, тип и расход взрывчатого вещества и другие. Паспорт составляется после опытных взрывов, проводимых по расчетным данным. Он считается пригодным в том случае, если в результате взрыва достигается к.и.ш. не менее 0,85-0,87; приемлемая пусковатость для производительной работы погрузочных машин (при отсутствии переизмельчения пород), хорошее оконтуривание выработки с минимальным перебором и компактный развал породы (исключается разброс на большом расстоянии от забоя).

Паспорт утверждается главным инженером разведочной партии или экспедиции. С паспортом буровзрывных работ должны быть ознакомлены под расписку инженерно-технические работники данного участка, а также персонал, выполняющий буровзрывные работы. Для аналогичных условий паспорт буровзрывных работ может быть общим (типовым).

Разработка паспорта БВР осуществляется в нижеприведенной последовательности.

Выбор ВВ. Выбор ВВ производится по перечню рекомендуемых взрывчатых веществ. Наибольшее распространение получили ВВ на основе аммиачной селитры порошкообразные в патронированном виде или россыпные гранулированные. При ориентировочном выборе ВВ для применения в относительно монолитных породах можно руководствоваться коэффициентом крепости пород по шкале профессора М.М. Протодьяконова: при $f = 12 \div 14$ наиболее часто применяют аммонит №6ЖВ, в породах с $f > 14 \div 17$ находят применение детонит М, а в очень крепких трудно взрываемых породах применяют скальный аммонит №1. Следует учитывать, что детонит М и скальный аммонит №1 являются дорогостоящими ВВ по сравнению с аммонитом ТУрБЖВ. Кроме того, детонит М более опасен в обращении. Поэтому при наличии в забое хорошо развитой трещиноватости при весьма крепких породах (при $f > 14$) стремятся найти возможность использования аммонита №6ЖВ, прибегая к некоторому увеличению удельного расхода ВВ.

Удельный расход ВВ рекомендуется определять на основании опытных взрывов. Для ориентировочного нахождения удельного расхода аммонита №6ЖВ в забоях с одной открытой поверхностью можно воспользоваться данными таблицы 3.1.

При этом следует учитывать, что удельный расход ВВ приведен на взорванный, а не на взрываемый объем породы. Расход ВВ на взрываемый объем будет меньше на величину коэффициента использования шпура $q = q_2^3$ (здесь q_2 - удельный расход ВВ по данным таблицы 3.1, z - к.и.ш., составляющий не менее 0,85).

Таблица 3.1- Расход ВВ

Категория пород СНИП	Коэффициент крепости пород	Расход ВВ на 1м ³ взорванной породы в массиве (кг) при площади сечения выработки в проходке, м ²		
		до 5	до 7	до 10
II и IV	1,5	1,5	1,23	0,95
V	2-3	1,4	1,2	1,0
VI-VII	4-6	1,92	1,74	1,55
VIII	7-9	3,0	2,73	2,45
IX	10-14	4,2	3,83	3,45
X	15-18	4,5	4,28	4,05
XI	19-20	5,0	4,75	4,5

После определения глубины шпуров, выбора типа вруба и распределения шпуров по забою определяют расход ВВ на расчетную величину продвижения забоя

$$Q = qS_{\text{ч}}l_{\text{ш}}, \quad (3.1)$$

где $S_{\text{ч}}$ - площадь поперечного сечения выработки вчерне (проектный размер в проходке), м²;

$l_{\text{ш}}$ - глубина шпура, м.

Средняя масса заряда на один шпур $q_c = \frac{Q}{N}$ (N – число заряженных шпуров). Массу заряда во врубовом шпуре принимают на 20% больше; $q_B = l \cdot 2q_c$. Во вспомогательных и отбойных шпурах масса заряда равна средней массе. В оконтуривающих шпурах, расположенных у кровли, массу заряда принимают равной средней или 0,8, в остальных случаях - средней. Иногда для лучшей проработки зарядами почвы выработки массу зарядов в почвенных шпурах увеличивают на 10-15% по сравнению со средней массой или уменьшают расстояние между шпурами.

После размещения зарядов, исходя из целого числа патронов (при нитрированных ВВ), подсчитывают фактический удельный расход ВВ, который не должен отличаться от расчетного более чем на 5-10%.

Завершают разработку паспорта БВР выбором способа взрывания, расчетом интервалов замедления, взрывной сети и технико-экономических показателей.

Ниже приведен пример разработки типового паспорта БВР для подземных геологоразведочных выработок.

Пример. Составим паспорт БВР на проведение горизонтальной разведочной выработки площадью сечения вчерне $S_{\text{ч}}=6,5$ м² в породах с $f=14$, длиной - 700 м. Выработка не опасна по газу или пыли, срок проведения выработки - 3,5 месяца.

Решение. Принимаем к.и.ш. $z=0,87$. В качестве основного ВВ выбираем гранулит АС-8В, относительный коэффициент работоспособности которого $e=0,89$.

Удельный расход аммонита №6ЖВ на взорванный объем породы составляет от 3,83 до 4,2 кг/м³ при изменении площади сечения выработки от 5 до 7 м² (таблица 3.1). Принимаем $q_1=4$ кг/м³, тогда удельный расход ВВ на взрываемы объем для гранулита АС-8В

$$q = q_1 e z = 4 \cdot 0,89 \cdot 0,87 = 3 \text{ кг/м}^3. \quad (3.2)$$

Для патронов-боевиков принимаем натренированный аммонит №6ЖВ и электрический способ взрывания, обеспечивающий лучшее дробление породы и более высокий к.и.ш. Определяем глубину шпуров по формуле

$$l_{\text{ш}} = \frac{L}{t_p t_c n_{\text{см}} n_{\text{сз}}} = \frac{700}{25 \cdot 3,5 - 4,1 \cdot 0,87} = 2,3 \text{ м.} \quad (3.3)$$

При расчете глубины шпуров принято четыре смены в сутки и один цикл в смету.

Для бурения шпуров можно принять бурильную установку УБШ-222П порталного типа на рельсовом ходу, имеющую две бурильных машины ПК-60. Эта установка позволяет пропускать в забой погрузочно-транспортное оборудование. Глубина бурения до 3 м. Принимаем коэффициент заполнения шпуров $K_3=0,75$ при диаметре заряда 40 мм. Рассчитываем число шпуров по формуле

$$N = \frac{1,27qS_q}{\Delta d^2 K_3} = \frac{1,27 \cdot 3 - 6,5}{1000 - 0,04^2 \cdot 0,75} = 21 \quad (3.4)$$

Здесь принято: плотность ВВ $\Delta=1000$ кг/м³, диаметр заряда равен диаметру шпура для осыпного ВВ, а именно $d=0,04$. Окончательно число шпуров принимаем по их расположению.

Выбираем прямой вруб с компенсационными шпурами, позволяющими исключить необходимость увеличения глубины врубовых шпуров по сравнению с глубиной других шпуров комплекта. Наклонные врубовые шпуры при клиновом врубе в данных условиях отбурить нельзя, так как этому будет мешать бока выработки, поскольку длина бурильной машины более 3 м (не будет обеспечен требуемый угол наклона врубовых шпуров).

Число компенсационных шпуров определяем по формуле:

$$N_0 = \frac{\left(\frac{3l_{\text{ш}}}{A}\right)^3}{V_0} = \frac{\left(\frac{0,87 \cdot 230}{9,35}\right)^3}{2900} = 3, \quad (3.5)$$

где

$$V_0 = \frac{pd^2 l_{\text{ш}}}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,04^2 \cdot 230}{4} = 2900 \text{ см}^3. \quad (3.6)$$

Принимаем вруб, имеющий три заряжаемых и три компенсационных шпура (рисунок 3.1). Расстояние между холостым и заряжаемым шпурами $a=2,5d=100$ мм; между заряжаемыми шпурами расстояние $b=5d-200$ мм. Вспомогательные шпуры для расширения вруба располагаем на расстоянии, равном 500 мм.

Л.Н.С. между отбойными и оконтуривающими шпурами определяем по формуле:

$$W = \left(\frac{p}{q_m}\right)^{0,5} = \left(\frac{1,26}{3-1}\right)^{0,5} = 0,65 \text{ м,} \quad (3.7)$$

где p – вместимость 1 м шпура, определяемая по формуле:

$$p = pd^2 \frac{\Delta}{4} = 3,14 \cdot 0,04^2 \frac{1000}{4} = 1,26 \frac{\text{кг}}{\text{м}} \text{ при } m = 1. \quad (3.8)$$

Расстояние между отбойными и оконтуривающими зарядами (шпурами): $a_0 = mW = 1 \cdot 0,65 = 0,65$ м. Такое же среднее расстояние принимаем между шпурами, располагаемыми по контуру выработки. Однако, учитывая разную степень трудности работы заряда в кровле и почве выработки, шпуры располагаем на расстояниях: в кровле - через 700-850 мм, в боках - через 600 мм, у почвы - через 540-550 мм. Все оконтуривающие шпуры бурятся на расстоянии 150-200 мм от контура выработки. Окончательно принимаем по расположению 24 заряжаемых шпура, в том числе один шпур для рыхления почвы под канавку. Кроме заряжаемых, принято три компенсационных шпура, а всего в забое 28 шпуров. Забои оконтуривающих шпуров выводим за контур выработки на 50-70 мм во избежание уменьшения площади поперечного сечения выработки в крепких породах.

На схеме расположения шпуров принято шесть врубовых шпуров, четыре вспомогательных (4-7), три отбойных (8-10), 13 оконтуривающих (11-24) и один шпур (23) под канавку.

Длина шпуров, кроме оконтуривающих: $l=2,3$ м, а длина оконтуривающего шпура $l_0 = \frac{l_{ш}}{\sin 85} = 2,35$ м. Подвигание забоя за взрыв составит $l_y = l_{ш} \cdot 3 = 2,3 \cdot 0,87 = 2$ м.

Суммарная длина всех шпуров $l_{шш}=62,7$ м.

Требуемый расход ВВ на цикл

$$Q = q_{сч} l_{шш} = 3 \cdot 6,5 \cdot 2,3 = 44,8 \text{ кг.} \quad (3.1)$$

Средняя масса заряда на заряжаемый шпур (без учета шпура 23) $Q_c = Q/24 = 1,87$ кг; массы зарядов: во врубовом шпуре $q_B = 1,2q_c = 2,25$ кг, в оконтуривающих шпурах у кровли и в боках выработки $q_o = (0,9/1)$, $q_c = 1,7$ кг; во вспомогательном и отбойном шпурах $q_{oe} = q_c = 1,9$ кг; в почвенных шпурах $q_n = 1,1q_c = 2$ кг.

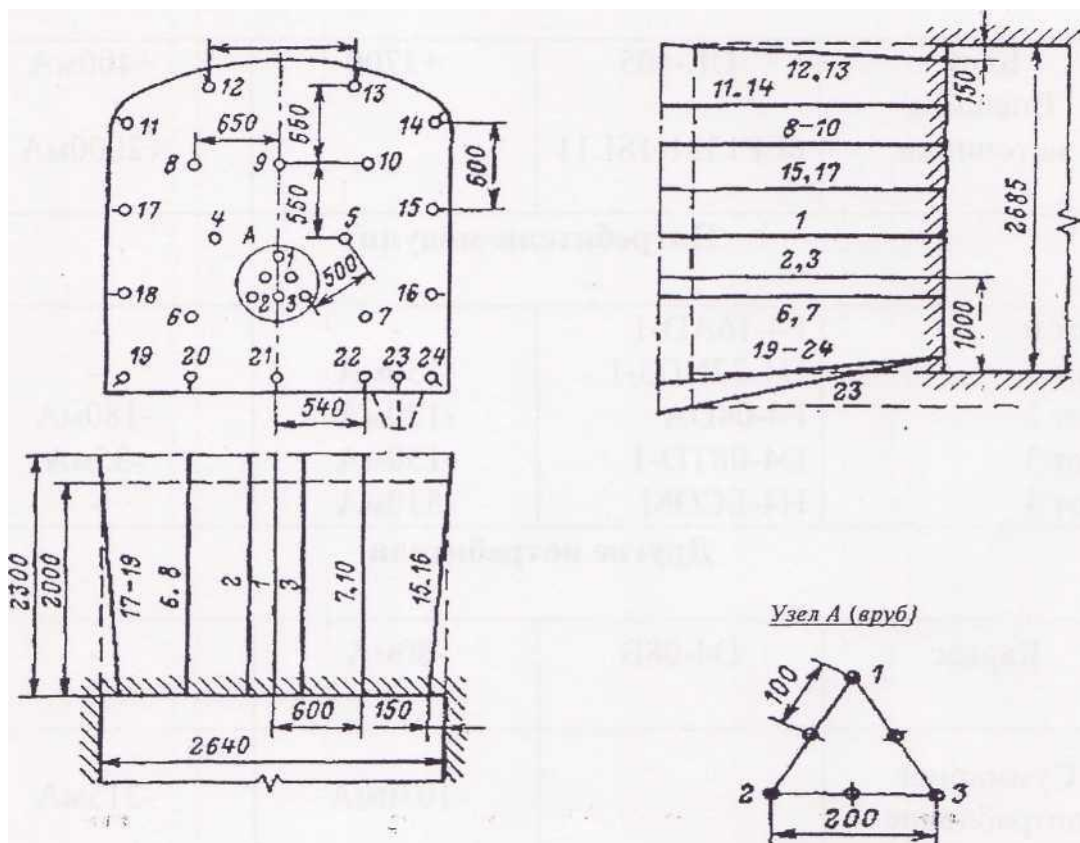


Рисунок 3.1 – Схема расположения шпуров в забое

Фактический расход ВВ (с учетом заряда в шпуре под канавку массой $0,5$ кг) $Q_{ф}=44,3$ кг из них $4,8$ кг аммонита №6ЖВ (по $0,2$ кг на каждый заряд для патронов-боевиков).

Для заряжания шпуров гранулитом принимаем пневмозарядчик «ЗП-2». Выбираем средства взрывания и рассчитываем взрывную сеть. Нами принят электрический способ взрывания электродетонаторами короткозамедленного действия. Принимаем для врубовых шпуров электр о детонаторы мгновенного действия ЭД-8П, в остальных шпурах используем электродетонаторы серии ЭДКЗ-ПМ-15 и взрываем заряды в шпурах 4-7 с замедлением 15 мс, в шпурах 8-10 с замедлением 30 мс, в шпурах 11-18 с замедлением 45 мс и в остальных шпурах 19-24 с замедлением 60 мс. Для расчета взрывной сети принимаем последовательное соединение ЭД, сопротивление каждого ЭД $z_0=3,5$ Ом. Место укрытия взрывника расположено на расстоянии $L=250$ м от забоя. Используем магистральный привод ВМВ-0,75 площадью сечения $0,75$ мм². Для сохранения магистрального провода предусматриваем участковые провода длиной 12 м марки ВМВ-0,5. В качестве источника тока применяем взрывной прибор ПИВ-100М.

Сопротивление медных магистральных $R_{и}$ и участковых $r_{у}$ проводов:

$$R_M = \frac{\rho 2L}{s_1} = \frac{0,0184 \cdot 2 \cdot 250}{0,75} = 12,3 \text{ Ом}; \quad (3.10)$$

$$r_y = \frac{\rho 2l_y}{s_2} = \frac{0,0184 \cdot 2 \cdot 12}{0,5} = 0,9 \text{ Ом}, \quad (3.11)$$

где $\rho = 0,0184$ Ом м/мм² - удельное сопротивление медных проводов.
Ток, проходящий через каждый ЭД

$$I = i = \frac{U}{R_M + r_n + r_d N} = \frac{600}{12,3 + 0,9 + 3,5 \cdot 24} = 6\text{А}, \quad (3.12)$$

что более гарантийного тока, равного 1А.

Рассчитываем технико-экономические показатели буровзрывных работ. Расход ВВ на 1 м и 1 м³ выработки:

$$q_1 = \frac{Q_\phi}{l_y} = \frac{44,3}{2} = 22,15 \text{ кг/м}, \quad (3.13)$$

$$q_2 = \frac{q_i}{S_q} = \frac{22,15}{6,5} = 3,4 \text{ кг/м}^3, \quad (3.14)$$

Длина шпуров на 1 м выработки:

$$l = \frac{L_\phi}{l_y} = \frac{62,7}{2} = 31,35 \text{ м}. \quad (3.13)$$

Расход ЭД на 1 м и 1 м³ соответственно составит 12 и 1,85. Выход породы за взрыв (в массиве) $V = S_q l_y = 6,5 \cdot 2 = 13 \text{ м}^3$. Составляем таблицу расположения шпуров (таблица 3.2).

Таблица 3.2- Определение очередности взрывания

№ шпуров, взрываемых за один прием	Длина каждого шпура, м	Угол наклона шпуров (°С), в проекциях		Масса заряда каждого, кг	Очередность взрывания, степень замедления, мс, и электродетонатор
		II	III		
1-3	2,3	90	90	2,2	I; 0; ЭД-8П
4-7	2,3	90	90	2,2	II; 15; ЭДКЗ-15
8-10	2,3	90	90	1,9	III; 30; ЭДКЗ-15
11-18	2,35	85	85	1,7	IV; 45; ЭДКЗ-15
19-24	2,35	85	85	2,0	V; 60; ЭДКЗ-15

Технико-экономические показатели буровзрывных работ приведены ниже.

Категория шахты - не опасная по газу и пыли

Площадь сечения выработки, м ²	6,5
Коэффициент крепости пород по М.М. Протодяконову	14
Число бурильных установок 2УБШ-222П с бурильными машинами ПК-60	1
Диаметр коронки ККП-40, мм	40
Число шпуров на цикл (в том числе заряжаемых)	28(24)
Глубина шпура, м	2,3
Длина шпуров на цикл, м	62,6
Коэффициент использования шпура	0,87
Расход ВВ на цикл, кг	44,3
Расход электродетонаторов:	
за цикл	24
на 1 м выработки	12
Тип электродетонаторов	ЭД-8П

	ЭДКЗ-ПМ-15
Подвигание забоя за цикл, м	2
Выход породы за цикл (в массиве), м ³	13
Число взрывных приборов ПИВ-100 М	1

Задание для выполнения практической работы

Сначала студенты должны ознакомиться с теоретическими основами работы. Затем, следуя методическим указаниям, они проводят последовательные расчеты и по индивидуальным заданиям чертят схемы расположения шпуров в забое.

Задача.

Рассчитать параметры шпурового комплекта и зарядов для выработки площадью поперечного сечения S_q в породах с f . Исходные данные: длина выработки L , срок сооружения t_M , ширина выработки B , высота H , диаметр шпура d .

Используемые ВВ: гранулит АС-8В, патроны-боевики - детонит М. Работоспособность гранулита АС-8В $p_{вв}=360-380 \text{ см}^3$, а детонита $p_{вв}=460-500 \text{ см}^3$.

Таблица 3.3 – Исходные данные для вариантов

Вариант	Площадь поперечного сечения S_q , м ²	Коэффициент крепости пород, f	Длина выработки и L , м	Ширина выработки и B , м	Высота выработки и H , м	Диаметр шпура, d , мм	Срок сооружения выработки t_M , мес
1	8,78	14-15	400	3	3,2	24	7
2	10,89	16	500	3,5	3,3	28	7,3
3	13,20	17	600	4	3,4	32	7,5
4	15,69	12-13	700	4,5	3,5	36	8
5	6,95	10-11	650	2,7	2,9	40	5,5
6	7,28	12	800	3	2,7	24	6
7	14,38	13	900	5	2,8	28	4,5
8	19,50	14	1000	6	3	32	3
9	15,88	12-13	500	5	3,1	36	5
10	8,78	10-11	550	3	3,2	40	4,3
11	7,68	12	600	2,6	3,3	24	6
12	6,41	13	650	2,8	2,6	28	5,5
13	8,97	14	800	3,5	2,75	32	4,3
14	8,99	16-17	700	3,4	2,85	36	7,2
15	10,19	12-13	650	3,6	3	40	5,2
16	13,59	13	550	4,2	3,3	24	6,5
17	17,21	12-13	750	5,2	3,2	28	5,5
18	10,89	14-15	400	3,8	3	32	2
19	11,63	16	450	3,9	3,1	36	3
20	9,63	19	600	3,2	3,25	40	4
21	10,86	18-19	450	3,4	3,4	24	9
22	11,05	10-11	550	3,9	2,95	28	8
23	10,55	12	600	3,6	3,1	32	7
24	13,34	14	800	4,4	3,6	40	5

Контрольные вопросы

- 1 Кто составляет паспорт БВР?
- 2 Что включает в паспорт БВР?
- 3 Что такое коэффициент использования шпур?
- 4 Перечислите средства инициирования при огневом и электрическом взрывании?
- 5 В какой последовательности осуществляется разработка паспорта БВР?
- 6 Чем завершается разработка паспорта?
- 7 Типы врубов и условия их применения.
- 8 Последовательность взрывания шпуров.
- 9 Способы соединения электрической цепи.
- 10 Технология бурения шпуров.

Литература: [2, 138-144].

Практическая работа №4 ПРОВЕДЕНИЕ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

Цель работы: развитие умения применять на практике полученные теоретические знания при решении задач по теме: «Буровзрывные работы».

Теоретические основы выполнения работы

Форма и размеры поперечного сечения выработки принимают в зависимости от горнотехнических условий.

В зависимости от сечения выработки и устойчивости пород выбирают способ проходки выработки, принимают проходческое оборудование.

Производят следующие расчеты:

1 Расчет количества и глубины шпуров Суммарную глубину шпуров определяют в зависимости от продолжительности цикла:

$$l_{\text{шп}} = \frac{T - t_{\text{з.в.п.}}}{\frac{N}{V_6 n_6} + \frac{S}{p_y n_y} + \frac{n_3}{p_k r}} = \frac{62,7}{2} = 31,35 \text{ м.} \quad (4.1)$$

где T – продолжительность цикла, 6 часов;

$t_{\text{з.в.п.}}$ – время на зарядание, взрывание, проветривание – 0,5 час;

N – общее количество шпуров на забой; выбирают и обосновывают конструкцию вруба. Схема расположения шпуров приводят в пояснительной записке. Общее число шпуров на забой

$$N = K \sqrt{fS} \quad (4.2)$$

где $K=2,5$ – коэффициент, зависящий от диаметра шпура,

S – площадь поперечного сечения выработки;

n_6 – число перфораторов;

V_6 – скорость бурения одним перфоратором, м/ч, таблица 4.1;

$\eta=0,85+0,9$ – коэффициент использования шпура (КИШ);

p_y – производительность погрузочной машины, м³/ч, таблица 4.2; 4.3;

n_y – число погрузочных машин;

p_k – норма выработки при креплении горных выработок железобетонными штангами - 60 штанг/чел.смену;

n – число штанг в ряду;

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

При креплении выработки торкретбетоном последнее слагаемое знаменателя формулы (4.1) будет иметь вид

$$\frac{p_3}{p_p} \quad (4.3)$$

где p – длина (периметр) стен и свода выработки, м;

p_p – производительность установки для торкретирования выработки, м² закрепленной поверхности, таблица 4.4.

В случае крепления выработки штанговой крепью и торкретбетоном последнее слагаемое знаменателя (4.1) примет вид:

$$\left(\frac{n}{p_k r} + \frac{p}{p_p} \right) z. \quad (4.4)$$

Таблица 4.1 – Характеристики перфораторов

Коэффициент крепости по Протодюкову	Марка бурильных молотков	
	ПР-22	ПТ-29
4	67	60

7	50	46
11	30	28,6
Тип буровой установки		
	Каво-Дрилл-555	Бумер - 121
Норма выработки, п.м./смену		
7	178,7	221,9
9	151,4	188,0

Таблица 4.2 – Емкости сосудов

Марка погрузочной машины	ПНБ-ЭК	ИСА-7Н		ППМ-2	
Емкость погружаемых вагонов, м ³	9,0	9,0	4,0	4,0-3,1	3,1-3,0
	85,0	70,0	58,5	35,8	33,8

Таблица 4.3- Норма выработки

Марка погрузочной машины	Расстояние доставки, м				
	20	40	60	80	100
	Норма выработки, м ³ /см				
МПДН-1	35,5	32	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-5Б	102,3	77,4	62,8	52,5	44,7

Таблица 4.4- Норма выработки

Толщина наносимого слоя, см	Марка машины	
	Алива-300	Растворонасос
	Кровля выработки, бока выработки	
	Норма выработки закрепленной поверхности, м ² .	
0,5	208	104
1,0	104	52
2,5	41,5	20,8
5,0	20,8	10,4

2 Определение времени выполнения проходческих операций

Время бурения шпуров:

$$t_6 = \frac{N \cdot l_{шп}}{V_6 \cdot n_6}, \text{ ч.} \quad (4.5)$$

Время погрузки породы:

$$t_y = \frac{S \cdot l_{шп} \cdot z}{p_y \cdot r}, \text{ ч.} \quad (4.6)$$

Время на крепление:

в случае крепления выработки железобетонными штангами

$$t_k = \frac{l_{\text{шп}} \cdot z \cdot n}{p_k \cdot r}, \text{ ч}; \quad (4.7)$$

в случае крепления выработки торкретбетоном

$$t_k = \frac{l_{\text{шп}} \cdot p \cdot n}{p_p}, \text{ ч}; \quad (4.8)$$

в случае крепления выработки железобетонными штангами и торкретбетоном

$$t_k = l_{\text{шп}} \cdot z \left(\frac{n}{p_k \cdot r} + \frac{p}{p_p} \right), \text{ ч}. \quad (4.9)$$

В случае применения штанговой крепи необходимо учесть время бурения шнуров для размещения штанг. Количество штанг определяют исходя из числа штанг в ряду и расстояния между рядами штанговой крепи. Длину штанг принимать, равной 1,5 м. Скорость бурения шнуров для штанговой крепи принимать по таблице 4.3. Время настилки рельсового пути принимают равным времени бурения шнуров для отбойки горной массы.

3 Организация работ при проходке выработки

На основании полученных данных строим график организации работ, циклограмму.

Вспомогательные операции: бурение шнуров для штанговой крепи и настилка рельсового пути совмещают по времени с выполнением основной проходческой операции - бурение шнуров. Циклограмму строят и приводят в пояснительной записке.

Порядок выполнения работы

После ознакомления с теоретическими основами выполнения работы студенты производят расчет по проведению горной выработки и составляют циклограмму проходческих работ на основании исходных данных. Назовите основные операции проходческого цикла.

Таблица 4.4 - Исходные данные для вариантов

№ варианта	$S_{\text{ПР}}, \text{ м}^2$	$S_{\text{СВ}}, \text{ м}^2$	$K_{\text{п}}$	$f_{\text{П}}$	f_{y}	$a, \text{ мг}$	$\alpha, \text{ градус}$	$L, \text{ м}$	$V, \text{ м/см}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	7,6	6,2	0,2	3	1,5	8	+8	650	5,0
2	15,0	13,1	0,7	7	1,0	14	0	1100	3,5
3	10,6	9,4	0,4	4	1,2	9	-6	700	8,0
4	17,6	15,1	0,6	8	1,5	16	0	250	4,0
5	10,6	9,4	0,7	7	1,0	15	0	800	3,0
6	7,6	6,2	0,45	3	1,8	9	-5	400	5,5
7	12,9	11,2	0,2	3	1,0	8	+4	850	7,0
8	15,0	13,1	0,45	4	1,5	10	+10	650	6,0
9	7,6	6,2	1,0	6	-	13	0	300	3,5
10	12,9	11,2	0,3	3	1,0	8	0	1500	8,0
11	17,6	15,1	0,8	4	1,2	10	0	450	1,8
12	15,0	13,1	0,3	3	1,5	7	-2	800	7,0
13	7,4	6,0	0,2	3,5	1,2	8	+5	700	6,5
14	18,3	15,2	1,0	6	-	12	0	2200	3,5
15	10,6	9,4	0,2	3	1,5	7	0	1000	5,0
16	15,0	13,1	0,4	12	1,2	20	0	600	1,8
17	7,6	6,2	0,15	3	1,0	8	+3	480	8,5
18	10,6	9,4	1,0	5	-	10	+1	350	5,3

Контрольные вопросы

- 1 По каким принципам формируется технологическая схема проведения выработки.
- 2 Перечислите основные способы проведения горных выработок.
- 3 Назовите критерии выбора наиболее предпочтительного варианта

комплекта оборудования для проведения горных выработок.

4 Назовите основные операции проходческого цикла.

5 Назовите вспомогательные операции проходческого цикла.

Литература: [3,232-238]

Практическая работа № 5

РАСЧЕТ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

Цель работы: Научить студентов рассчитывать сечение горной выработки при различных видах крепи.

Теоретические основы выполнения работы

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 10 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 транспортной выработки с большой интенсивностью движения, с дорожным покрытием и тротуаром и при скоростях превышающих 10 км/ч показано на рисунке 5.1. При наличии бордюра в водоотводной канавке 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 определять ширину проезжей части A , которая больше ширины машины d по формуле

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

где C – ширина профиля покрышки, мм;

v – скорость движения машины, км/ч.

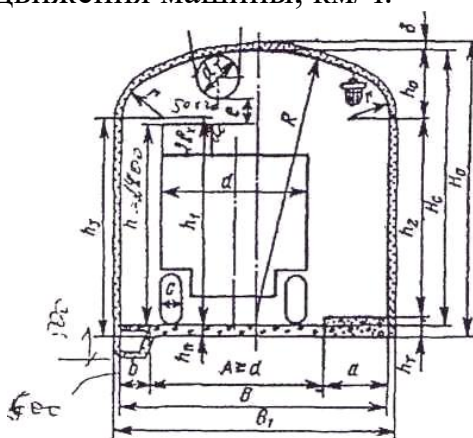


Рисунок 5.1 – Сечение транспортной выработки прямоугольно-сводчатой формы при безрельсовом транспорте с набрызг-бетонной крепью

Ширина выработки в свету

$$B = a + A + b. \quad (5.2)$$

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

$$B = a + d + b, \quad (5.3)$$

где d – ширина машины, мм;

a – забор 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 выработке не предусмотрено постоянное нахождение людей, то пешеходная дорожка отсутствует, ширина выработки в свету, в соответствии с рисунком 5.2, составит

$$E = d + 2b \quad (5.4)$$

Ширина выработки при наличии крепи определяется по формуле

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

где δ – толщина крепи, принимаемая при расчете, мм.

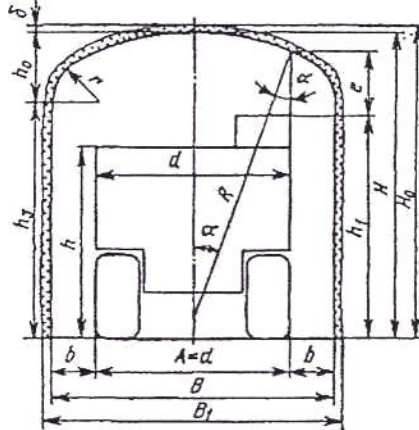


Рисунок 5.2 – Сечение подэтажной выработки прямоугольно-сводчатой формы при безрельсовом транспорте с набрызг-бетонной крепью

Высота коробового свода определяют в зависимости от коэффициента крепости горных пород по шкале М.М. Протоdjяконова.

Для монолитной бетонной крепи при коэффициенте крепости $f=3\div 9$

$$h_0 = \frac{B}{3}. \quad (5.6)$$

Для набрызг-бетонной и анкерной крепи и в выработках без крепления: при $f \leq 12$,

$$h_0 = \frac{B}{3}; \quad (5.7)$$

при $f > 12$,

$$h_0 = \frac{B}{4}. \quad (5.8)$$

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

Минимальная высота выработки по оси в свету должна быть не менее (рисунок 5.1):

$$H_c = h + e + d_m \text{ мм}, \quad (5.9)$$

где d_m – диаметр вентиляционной трубы, мм;
 e – минимальный зазор между наиболее выступающей частью машины и кровлей выработки 500 мм (таблица 5.2);

h – высота машины по кабине, мм.

Таблица 5.1 – Радиусы свода

Высота свода	B/3	B/4
Радиус осевой дуги R	$R=0,692B$	$R=0,905B$
Радиус боковой дуги r	$R=0,262B$	$R=0,173B$

Высота вертикальной стенки от уровня дорожного покрытия:
 при наличии дорожного покрытия

$$h_1 = H_c - h_0 \text{ мм}, \quad (5.10)$$

при отсутствии дорожного покрытия

$$h_2 = h_3 = h \text{ мм}. \quad (5.11)$$

Высота вертикальной стенки со стороны тротуара

$$h_2 = h_1 - h_6 \text{ мм}, \quad (5.12)$$

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

При отсутствии тротуара высоту вертикальной стенки h_2 не определяем, в соответствии с рисунком 5.2.

Высота вертикальной стенки от почвы выработки:

$$h_3 = h_1 + h_n \text{ мм}, \quad (5.13)$$

где h_n – толщина дорожного покрытия, мм.

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

$$\text{при } f \leq 12, \quad h_0 = \frac{B}{3} \quad S_{св} = B(h_2 + 0,26B) \text{ м}^2, \quad (5.14)$$

$$\text{при } f > 12, \quad h_0 = \frac{B}{4} \quad S_{св} = B(h_2 + 0,175B) \text{ м}^2. \quad (5.15)$$

Проектная площадь сечения выработки (вчерне):

$$\text{при } f \leq 12, \quad h_0 = \frac{B}{3} \quad S_{св} = B_1(h_3 + 0,26B_1) \text{ м}^2, \quad (5.16)$$

$$\text{при } f > 12, \quad h_0 = \frac{B}{4} \quad S_{св} = B_1(h_3 + 0,175B_1) \text{ м}^2, \quad (5.17)$$

Задания для практической работы

Согласно своему варианту необходимо определить формы и размеры сечения горной выработки, пользуясь данными таблиц 5.1–5.3 и рисунками 5.1 и 5.2. После выполнения всех расчетов привести схему сечения горных выработок с полученными размерами.

Таблица 5.2 – Нормативные показатели

Наименование показателей	Размер, м
Максимальное расстояние от сиденья машиниста погрузочно-доставочного оборудования до наиболее выступающей части 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 оборудовании: - со стороны прохода людей - с противоположной стороны	$a=1,2$ $b=0,5$
Минимальный зазор со стороны свободного прохода людей 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	$h_2=1,8$
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

Параметры	ПД-2	ПТ-2,5	ПД-3	ПТ-4	ПД-5	ПТ-6	ПД-8	ПТ-10	ПД-12	ПТ-16
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 ²	5-7	5-7	7-9	7-9	9-12	9-12	12-14	12-14	Свыше 14	Свыше 14

Рациональное расстояние транспортирования, м	Не более 75	75-175	Не более 100	100-225	Не более 150	150-325	Не более 200	200-450	Не более 300	300-600
--	-------------	--------	--------------	---------	--------------	---------	--------------	---------	--------------	---------

Пример выполнения задания

Определить размеры и площадь поперечного сечения транспортной выработки (рисунок 5.1) с интенсивностью движения МоАЗ-6401-9585 до 500 машин в сутки и скоростью 20 км/ч. Выработка прямоугольно-сводчатой формы, закреплена набрызгбетоном толщиной 50 мм; коэффициент крепости пород $f=15$.

Решение

По технической характеристике МоАЗ-6401-9585 имеет ширину $d=2850$ мм, высоту по кабине $h=2680$ мм, ширину профиля покрышки $c=430$ мм.

В выработке, предусматриваем дорожное покрытие II типа общей толщиной $h_n=300$ мм. В выработке сооружается тротуар высотой от почвы $h_T=500$ мм (с таким расчетом, чтобы образовался бордюр высотой 200-300 мм).

Со стороны канавки бордюр не предусматриваем, тогда $b=600$ мм (рисунок 5.1).

Ширину проезжей части определяем по формуле 5.1

$$A = d + 1,5C + 12v = 2850 + 1,5 \cdot 430 + 12 \cdot 20 = 3735 \text{ мм.}$$

Ширину выработки в свету с учетом скорости движения

$$B = a + A + b = 800 + 3735 + 600 = 5135 \text{ мм.}$$

Ширину выработки при наличии крепи

$$B_1 = B + 2\delta = 5135 + 2 \cdot 50 = 5235 \text{ мм.}$$

Высота коробового свода при $f > 12$

$$h_0 = B/4 = 5235/4 \approx 1310 \text{ мм.}$$

Минимальная высота выработки по оси в свету должна быть (рисунок 5.1) не менее

$$H_c = h + e + d_m = 2680 + 500 + 600 = 3780 \text{ мм}$$

Высота вертикальной стенки от уровня дорожного покрытия

$$h_1 = H_c - h_0 = 3780 - 1310 = 2470 \text{ мм.}$$

Высота вертикальной стенки со стороны тротуара

$$h_2 = h - 200 = 2470 - 200 = 2270 \text{ мм,}$$

т.е. зазор $a=800$ мм будет соблюдаться на высоте более 1800 мм.

Высота вертикальной стенки от почвы выработки

$$h_3 = h_1 + h_n = 2470 + 300 = 2770 \text{ мм.}$$

Площадь поперечного сечения выработки в свету (без учета возвышении тротуара над дорожным покрытием) при $f > 12$

$$S_{св} = B(h_2 + 0,175B) = 5,135 \cdot (2,47 + 0,175 \cdot 5,135) = 17,3 \text{ м}^2.$$

Проектная площадь сечения выработки (вчерне)

$$S_ч = B_1(h_3 + 0,175B_1) = 5,235(2,77 + 0,175 \cdot 5,235) = 19,3 \text{ м}^2.$$

Радиусы осевой и боковой цуг в свету (при $f > 12$):

$$R = 0,905 \cdot B = 0,905 \cdot 5135 \approx 4650 \text{ мм;}$$

$$r = 0,173 \cdot B = 0,173 \cdot 5135 \approx 890 \text{ мм.}$$

Высота выработки в проходке (вчерне)

$$H_0 = h_3 + h_0 + \delta = 2770 + 1310 + 50 = 4130 \text{ мм.}$$

Варианты заданий

Задача 1

Определить размеры и площадь поперечного сечения штрека (рисунок 5.1), если транспортирование горной массы производится машиной ПТ-6; интенсивность движения до 100 машин в сутки со скоростью до 10 км/ч. По выработке возможно постоянное хождение людей (предусмотреть пешеходную дорожку). Выработка закреплена анкерной крепью, выступающая в выработку часть анкера $\delta = 50$ мм; коэффициент крепости $f=10$. Диаметр вентиляционной трубы $d_m=600$ мм.

Задача 2

Определить размеры и площадь поперечного сечения штрека (рисунок 5.1), если транспортирование горной массы производится машиной ПД-2; интенсивность движения до 100 машин в сутки со скоростью до 10 км/ч. По выработке возможно постоянное хождение людей (предусмотреть пешеходную дорожку). Выработка закреплена анкерной крепью, выступающая в выработку часть анкера $\delta =500$ мм; коэффициент крепости $f=8$. Диаметр вентиляционной трубы $d_m=500$ мм.

Задача 3

Определить размеры и площадь поперечного сечения выработки, если транспортирование горной массы производится машиной ПТ-2,5; интенсивность движения до 100 машин в сутки со скоростью до 12 км/ч. Выработка закреплена набрызгбетонной крепью, выступающая в выработку часть анкера $\delta =50$ мм; коэффициент крепости $f=15$. Диаметр вентиляционной трубы $d_m=600$ мм. В выработке необходимо предусмотреть пешеходную дорожку (рисунок 5.1).

Задача 4

Транспортирование горной массы осуществляется машиной ПД-3. Интенсивность движения - 50 машин в сутки со скоростью 12 км/ч. Толщина набрызгбетонной крепи $\delta =25$ мм при коэффициенте крепости пород $f = 13$. Диаметр вентиляционной трубы $d_m=500$ мм. Определить размеры и площадь поперечного сечения выработки (рисунок 5.1).

Задача 5

Определить размеры и площадь поперечного сечения транспортной выработки (рисунок 5.1) с интенсивностью движения МоАЗ-6401-9585 до 100 машин в сутки и скорость 15 км/ч. Выработка прямоугольно-сводчатой формы, закреплена набрызгбетоном толщиной 40 мм; коэффициент крепости пород $f=13$. Диаметр вентиляционной трубы $d_m=600$ мм. В выработке сооружается тротуар высотой 200 мм.

Задача 6

Определить размеры и площадь поперечного сечения подэтажного штрека, если уборка породы производится машиной ПТ-4 (рисунок 5.2). Выработку крепят набрызгбетоном толщиной $\delta = 50$ мм, проходят в породах с $f=15$. Скорость движения до 10 км/ч, постоянное хождение людей исключено, интенсивность движения машин - 50 машин в сутки. Диаметр вентиляционной трубы $d_m=500$ мм.

Задача 7

Определить размеры и площадь поперечного сечения штрека (рисунок 5.1), если транспортирование горной массы производится машиной ПД-5; интенсивность движения до 100 машин в сутки со скоростью 12 км/ч. Ширина профиля покрышки $c=430$ мм.

По выработке возможно постоянное хождение людей (предусмотреть пешеходную дорожку). Выработка закреплена анкерной крепью, выступающая в выработку часть анкера $\delta = 50$ мм; коэффициент крепости $f=15$. Диаметр вентиляционной трубы $d_m=600$ мм.

Задача 8

Рассчитать размеры поперечного сечения транспортной выработки, имеющей прямоугольно-сводчатую форму и проходимую в породах с $f=8\div 10$. Выработка имеет комбинированную крепь (анкерную с набрызгбетоном толщиной 50 мм). Для уборки породы и последующего транспортирования по выработке применяется погрузочно-транспортная машины ПТ-6 со скоростью до 10 км/ч. Интенсивность движения более 100 машин в сутки. Диаметр вентиляционной трубы 600 мм.

Задача 9

Рассчитать размеры поперечного сечения транспортной выработки, проходимой в породах с коэффициентом крепости $f=16$. Выработка имеет прямоугольно-сводчатую форму. Для уборки породы применяется погрузочно-доставочная машины ПТ-8, ширина профиля покрышки $c=430$ мм. Интенсивности движения более 100 машин в сутки со скоростью 12 км/ч. Выработка имеет набрызг-бетонную крепь толщиной 25 мм. Диаметр вентиляционной трубы 500 мм.

Контрольные вопросы

- 1 От чего зависит форма поперечного сечения горных выработок?
- 2 Какие минимальные расстояния между автомобильным транспортом или размещенном в выработке оборудованием и стенкой выработки?
- 3 Какие формы поперечного сечения существуют?
- 4 Какие наиболее распространенные формы сечения для горизонтальных выработок?
- 5 Какие типовые формы сечения существуют для вертикальных и наклонных выработок?
- 6 Какая методика расчета поперечного сечения горных выработок?
- 7 Какие основные элементы прямоугольно-сводчатой формы сечения выработки?

- 8 Какие основные элементы трапециевидной формы сечения?
- 9 В каких случаях предусматривается дорожное покрытие и тротуар?
- 10 В каких случаях определяется ширина проезжей части?