

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
“МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра горного дела

ПРОВЕДЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

*Методические указания
и контрольные задания
для студентов заочного обучения
специальности 130404 «Подземная разработка
месторождений полезных ископаемых»*

Мурманск
2007

УДК 622.34

ББК 33.32

П 78

Составитель – Александр Климентьевич Пак, ст. преподаватель кафедры горного дела МГТУ

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры горного дела 6 октября 2003 г., протокол № 2

Рецензент – Ю.А. Епимахов, д-р техн. наук, профессор кафедры горного дела

Редактор Е.В. Попова

© Мурманский государственный
технический университет, 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	4
ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН.....	5
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	5
СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
ТЕМА 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК.....	6
ТЕМА 2. СТРОИТЕЛЬСТВО ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В КРЕПКИХ ОДНОРОДНЫХ ПОРОДАХ БУРОВЗРЫВНЫМ СПОСОБОМ.....	7
ТЕМА 3. СТРОИТЕЛЬСТВО ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В НЕОДНОРОДНЫХ ПОРОДАХ.....	10
ТЕМА 4. СТРОИТЕЛЬСТВО ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМБАЙНОВ.....	10
ТЕМА 5. СТРОИТЕЛЬСТВО НАКЛОННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК.....	11
ТЕМА 6. СТРОИТЕЛЬСТВО ВЫРАБОТОК И КАМЕР БОЛЬШОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ	13
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ.....	14
ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ	32
ПРИЛОЖЕНИЯ	34

ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания и контрольные задания по дисциплине “Проведение горных выработок” составлены в соответствии с типовой и рабочей программами дисциплины “Проведение горных выработок” для специальности 130404 “Подземная разработка месторождений полезных ископаемых”, а также Государственным образовательным стандартом базового высшего профессионального образования.

Настоящие методические указания включают контрольные задания по дисциплине “Проведение горных выработок” и список рекомендуемой литературы.

Целью дисциплины является изучение студентами современной технологии строительства горизонтальных и наклонных горных выработок.

В результате изучения курса студент должен:

- приобрести знания об основных процессах при проведении горных выработок, средствах механизации, условиях их применения;
- выработать умения выполнять технологические расчеты, составлять проекты выполнения процессов строительства.

Курс “Проведение горных выработок” включает чтение лекций, выполнение индивидуальных работ, самостоятельную работу студентов, выполнение контрольной работы, написание и защиту курсового проекта.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Тема	Количество часов по плану заочного обучения		
		лекций	индивидуальных работ	самост. работы
1	Общие вопросы строительства горизонтальных горных выработок	2	-	5
2	Строительство горизонтальных выработок в крепких однородных породах буровзрывным способом	5	6	23
3	Строительство горизонтальных выработок в неоднородных породах	2	2	5
4	Строительство горизонтальных выработок с применением комбайнов	2	2	5
5	Строительство наклонных горных выработок	5	6	18
6	Строительство выработок и камер большого поперечного сечения	2	2	8
	Всего часов:	18	18	64
	Итого:	100		

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Григорьянц, Э. А., Проведение горных выработок с применением самоходного оборудования / Э.А. Григорьянц, А.Н. Инфантьев, М.И. Чугай. – М. : Недра, 1990. – 270 с.; ил.

2. Картозия, Б.А. Шахтное и подземное строительство : учебник / Б.А. Картозия, Б.И. Федунец, М.Н. Шуплик и др. – 3-е изд., перераб. и доп. В 2 т. – М. : Изд-во МГГУ, 2003.

3. Насонов, И.Д. Технология строительства подземных сооружений : учебник для вузов / И.Д. Насонов, В.А. Федюкин, М.Н. Шуплик. В 3 ч. Ч. 2. Строительство горизонтальных и наклонных выработок. – М., Недра, 1983. – 272 с.

4. Смирняков, В.В. Технология строительства горных предприятий : учебник для вузов / В.В. Смирняков, В.И. Вихарев, В.И. Очурев. – М. : Недра, 1989. – 573 с.: ил.

Дополнительная:

5. Гребенюк, В.А. Справочник по горнорудному делу / В.А. Гребенюк, Я.С. Пыжьянова, И.Е. Ерофеева. – М. : Недра, 1983. – 816 с.; ил.

6. Единые правила безопасности при взрывных работах. – М. : Госгортехнадзор, 2001. – 41 с.

7. Покровский, Н.М. Технология строительства подземных сооружений и шахт : учебник для вузов. В 2 ч. Ч. 1. Технология сооружения горизонтальных выработок и тоннелей / Н.М. Покровский. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Недра, 1977. – 400 с. : ил.

8. Справочник инженера-шахтостроителя. В 2 т. / Под общей ред. В.В. Белого. – М. : Недра, 1983.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Общие вопросы строительства горизонтальных горных выработок

Способы проведения выработок. Формы и размеры поперечного сечения выработок.

Методические указания

В зависимости от устойчивости, физико-механических свойств и обводненности горных пород горизонтальные и наклонные выработки проводят обычными или специальными способами. Физико-механические свойства горных пород определяют и способы их разрушения при проведении выработок.

Форма поперечного сечения горизонтальных выработок зависит от величины горного давления и его направления, конструкции крепи, срока службы и размеров выработки.

Размеры поперечного сечения выработки зависят от назначения выработки. Они определяются габаритами транспортных средств, числом рельсовых путей, зазорами между крепью и наиболее выступающей частью

подвижного состава, способом передвижения людей и количеством воздуха, проходящего по выработке для проветривания. Все зазоры принимаются в соответствии с Едиными правилами безопасности (ЕПБ).

Вопросы для самопроверки

1. В зависимости от каких условий горные выработки проводятся обычными и специальными способами?
2. Какой вид забоя принимают в зависимости от площади поперечного сечения выработки?
3. Какие формы поперечного сечения применяются на практике, и чем определяется их выбор?
4. Какие требования предъявляются Едиными правилами безопасности к размерам поперечного сечения выработки «в свету»?

Тема 2. Строительство горизонтальных выработок в крепких однородных породах буровзрывным способом

Буровзрывные работы (БВР). Проветривание выработок. Погрузка породы. Призабойный транспорт. Вспомогательные работы. Возведение постоянной крепи. Проходческие комплексы оборудования.

Методические указания

Буровзрывной способ проходки в настоящее время является основным при проведении горизонтальных выработок в породах с $f > 4$. Буровзрывные работы должны обеспечить заданные проектом форму и размеры выработки, равномерное дробление породы, подвигание забоя на заданную величину.

Буровзрывные работы состоят из следующих основных операций: бурение шпуров, их зарядание, монтаж электровзрывной сети, взрывание заряда шпуров. Буровзрывные работы необходимо выполнять с соблюдением следующих требований: минимальные затраты труда, времени и средств на их производство; равномерное дробление породы; разрушение породного массива в пределах проектного контура поперечного сечения выработки с минимальными переборами; наименьший разброс породы при взрыве; наибольший коэффициент использования шпуров (КИШ). Основными документами, регламентирующими порядок ведения буровзрывных

работ, являются Единые правила безопасности при буровзрывных работах и Паспорта буровзрывных работ.

Вентиляция должна обеспечить подачу в необходимом количестве свежего воздуха для разжижения и удаления вредных газов и пыли, образующихся при взрывных работах, работе транспорта с двигателями внутреннего сгорания, погрузке грунта и пр. При строительстве горные выработки проветриваются за счет общешахтной депрессии или вентиляторами местного проветривания по нагнетательной, всасывающей или комбинированной схеме подачи воздуха к забою.

Уборка породы является одним из наиболее трудоемких процессов проходческого цикла и составляет 30–60 % его продолжительности. В состав уборки входят: погрузка породы в средства транспортировки, транспортировка породы до пункта разгрузки.

К вспомогательным работам при проведении выработок относятся настилка временных путей, устройство водоотливных канавок, прокладка труб и кабелей, оборудование освещения, устройство проезжей части и другие работы.

Крепление выработки относится к основным процессам проходческого цикла. В зависимости от вида крепи и способа проведения выработки процесс крепления в общей трудоемкости и стоимости проведения выработки составляет соответственно 25–50 % и 30–35 %. Технология возведения крепи обуславливается ее конструктивными особенностями, условиями эксплуатации. Крепление выработки проводят в соответствии с Паспортом крепления, разрабатываемым для каждой конкретной выработки.

При проходке выработок буровзрывным способом в настоящее время применяется цикличная организация работ, которая предполагает выполнение горнопроходческих работ в течение определенного времени в соответствии с графиком цикличности.

Вопросы для самопроверки

1. Какие типы взрывчатых веществ применяются при проведении горизонтальных выработок? Каковы условия их применения?
2. Назовите основные параметры буровзрывных работ.
3. Какие факторы влияют на выбор глубины шпуров?
4. Назовите основные типы врубов. Чем определяется их выбор?

5. Какова последовательность взрывания комплектов зарядов при проведении горизонтальных выработок в однородных породах и чем она обуславливается?

6. Чем обеспечивается качественное оконтуривание выработок при контурном взрывании?

7. Какие работы составляют процесс бурения шпуров? Перечислите основные принципы их организации.

8. Организация взрывных работ.

9. Схемы проветривания.

10. Какое вентиляционное оборудование применяется при проветривании?

11. По каким факторам рассчитывают количество воздуха, необходимое для подачи в выработку?

12. По каким параметрам выбирают тип вентилятора?

13. Какие средства погрузки горной массы применяют при проведении горизонтальных выработок?

14. Какие факторы влияют на производительность погрузочно-транспортных машин?

15. Какие факторы влияют на производительность погрузочной машины?

16. Назовите фазы погрузки породы. Как и для чего их разделяют?

17. Какие схемы призабойного транспорта применяют при проведении выработок?

18. Какие работы при проведении горизонтальных выработок относят к вспомогательным?

19. Как осуществляют возведение и контроль качества монолитной бетонной крепи?

20. Как осуществляют возведение и контроль качества набрызгбетонной крепи?

21. Как осуществляют возведение и контроль качества анкерной крепи?

22. Из каких процессов складывается проходческий цикл? Назовите основные технико-экономические показатели.

Тема 3. Строительство горизонтальных выработок в неоднородных породах

Формы, размеры поперечного сечения и способы проведения выработок. Проведение выработок узким забоем. Проведение выработок широким забоем.

Методические указания

Формы и размеры поперечного сечения выработок, проводимых по неоднородным породам, когда забой выработки пересекают 2–3 слоя пород с различными физико-механическими свойствами, выбирают по тем же принципам, что и при проведении выработок по однородным породам. Для выработок, которые при эксплуатации будут подвергаться воздействию очистных работ, предусматривается запас сечения, благодаря чему обеспечивается требуемая площадь сечения после реализации смещений породного контура выработки.

Смешанным забоем в основном проводят выработки по породам с коэффициентом крепости $f = 4 \div 6$.

Вопросы для самопроверки

1. Как определяются форма и размеры поперечного сечения выработок, проводимых по неоднородным породам?
2. Чем обусловлен выбор расположения подрывки породы?
3. В каких условиях выработку проводят узким забоем?
4. В каких условиях выработку проводят широким забоем?

Тема 4. Строительство горизонтальных выработок с применением комбайнов

Условия применения комбайнов. Строительство выработок с применением комбайнов избирательного действия. Строительство выработок с применением комбайнов бурового действия.

Методические указания

Применение проходческих комбайнов позволяет механизировать две основные операции: выемку породы и погрузку; иногда частично механизирован процесс возведения крепи. При условии обеспечения непрерывной

транспортировки горной массы от комбайна и возведения постоянной крепи процесс проведения выработки становится непрерывным.

По способу обработки забоя выработки различают две группы проходческих комбайнов: избирательного и бурового действия. Исполнительный орган комбайнов избирательного действия обрабатывает забой отдельными участками путем последовательного перемещения отбойной коронки, комбайнов бурового действия – одновременно обрабатывает всю площадь забоя.

Вопросы для самопроверки

1. Назовите конструктивные отличия между проходческими комбайнами бурового и избирательного действия?
2. Чем определяется величина заходки при проведении выработки комбайном избирательного действия?
3. Какие погрузочно-транспортные линии обеспечивают непрерывный поток горной массы при проведении выработок комбайном избирательного действия?
4. В чем заключается сущность комбинированной технологии проведения выработок?
5. На какие фазы подразделяются работы по строительству выработок с применением комбайнов бурового действия; какие работы включают в себя эти фазы строительства?
6. При каких условиях экономически целесообразно применять буровые комбайны взамен буровзрывной технологии проведения выработок?

Тема 5. Строительство наклонных горных выработок

Строительство наклонных выработок. Общие сведения. Технология строительства наклонных выработок сверху вниз. Технология строительства наклонных выработок снизу вверх. Проходка восстающих.

Методические указания

К наклонным выработкам относятся наклонные стволы, уклоны, восстающие, рудоспуски и др.

Форму и размеры поперечного сечения наклонных выработок устанавливают на основе тех же положений, что и для горизонтальных выработок. Кроме того, в отдельных случаях при определении размеров учитыва-

ют требования, обусловленные технологией проведения и условиями дальнейшей эксплуатации.

Наклонные выработки проводят буровзрывным способом, комбайнами, буровыми установками и гидромеханизацией.

Вопросы для самопроверки

1. Особенности технологии строительства наклонных выработок в сравнении с горизонтальными, их влияние на технико-экономические показатели.

2. Какие подготовительные работы предшествуют проведению уклонов?

3. Особенности производства взрывных работ при проведении наклонных выработок сверху вниз в сравнении с проведением горизонтальных выработок.

4. Схемы проветривания при проходке уклонов, область применения каждой схемы.

5. Чем отличаются погрузочные машины, созданные для проходки уклонов, от аналогичных машин, предназначенных для горизонтальных выработок?

6. Какое оборудование применяют для транспорта породы из забоя при проведении наклонных выработок сверху вниз? Укажите область его применения.

7. Какие меры безопасности применяют при транспорте породы в вагонетках из забоя уклона?

8. Как возводят постоянную крепь при проведении наклонных выработок сверху вниз?

9. Как можно уменьшить приток воды, поступающей в забой наклонной выработки?

10. Какие средства используют для удаления воды из забоя наклонной выработки?

11. Из каких основных процессов складывается проходческий цикл при проведении наклонных выработок снизу вверх?

12. Способы выемки отбитой горной массы при проведении наклонных выработок снизу вверх.

13. Какое оборудование применяют для транспорта горной массы из забоя при проведении наклонных выработок снизу вверх?

14. Какие факторы определяют форму поперечного сечения и число отделений восстающего?

15. Назовите основные процессы при проходке восстающих мелкошпуровым способом?

16. В чем состоит отличие секционного и бессекционного метода проведения восстающих с применением глубоких взрывных скважин?

17. В чем заключаются преимущества проходки восстающих с применением проходческих комплексов по сравнению с другими буровзрывными способами?

18. Какие мероприятия применяют для ускорения проветривания восстающих после взрывания шпуров?

19. Проходка восстающих бурением, ее преимущества и недостатки.

Тема 6. Строительство выработок и камер большого поперечного сечения

Общие сведения. Строительство тоннелей буровзрывным способом. Строительство тоннелей в мягких породах. Строительство камер.

Методические указания

К выработкам большого поперечного сечения относят выработки, строительство которых на полное сечение требует специального крупногабаритного оборудования, либо разделения забоя на несколько частей и соответствующего поэтапного выполнения работ в каждой из них для создания безопасных и удобных условий работы при использовании обычного горнопроходческого оборудования.

Выбор способа строительства тоннелей зависит от горно-геологических условий. В крепких и средней крепости породах тоннели проводят буровзрывным способом или комбайнами, в мягких породах – при помощи щитов.

Вопросы для самопроверки

1. Какие схемы производства работ применяют при строительстве тоннелей буровзрывным способом. Каковы условия их применения?

2. Какое оборудование применяется для бурения шпуров при проходке тоннеля сплошным забоем?

3. Как механизмируют процесс зарядания шпуров при проходке тоннелей?
4. Схемы проветривания при проведении тоннелей, условия их применения.
5. Какое оборудование используется для погрузки и транспортировки породы при проведении тоннелей буровзрывным способом?
6. Какие комплексы оборудования предназначены для проведения тоннелей сплошным забоем или их верхней части?
7. Какие комплексы оборудования применяют для разработки нижнего уступа?
8. Какие виды постоянной крепи применяют в тоннелях при буровзрывном способе проходки?
9. Перечислите основные процессы проходческого цикла при буровзрывном способе строительства тоннеля?
10. Схемы проведения выработок большого сечения в мягких породах.
11. В каких условиях применяют щитовую проходку тоннелей?
12. Какие функции выполняют строительные подходы при строительстве камер?
13. Очередность работ при строительстве камер в крепких породах; технологические схемы проходки.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

В процессе изучения курса студенту необходимо выполнить контрольную работу. При этом рекомендуется пользоваться учебными пособиями, указанными в данном методическом руководстве.

Контрольная работа включает графическую часть и пояснительную записку, в которой содержатся расчеты и пояснения к ним.

Чертежи и эскизы к контрольной работе выполняют на листе ватмана или миллиметровой бумаги (формат А4) с указанием фамилии студента и шифра его специальности.

Пояснительная записка представляется на листах формата А4 или в тетради школьного формата стандартного объема (12 страниц). При использовании компьютера для выполнения контрольной работы текст должен быть набран в формате редактора MS Word. Шрифт – Times New

Roman, размер шрифта – 12, интервал между строками – полуторный, выравнивание – по ширине страницы. Поля: слева – 3,5 см, справа – 1,2 см, сверху и снизу – по 2,5 см. Библиографические ссылки номерные, даются в наклонных скобках, например, /1/. Символы вставляются из гарнитуры Symbol, формулы набираются в редакторе Microsoft Equation.

Образец оформления титульного листа пояснительной записки приведен в приложении 3. В конце пояснительной записки следует перечислить учебные пособия, которыми студент пользовался при выполнении работы. Все страницы пояснительной записки и прилагаемые к ней чертежи должны быть пронумерованы. Номер варианта контрольной работы должен соответствовать последней цифре номера зачетной книжки.

Контрольная работа выполняется и сдается на проверку до экзаменационной сессии. После проверки работы преподавателем студенту необходимо устранить ошибки и в исправленном виде представить контрольную работу при явке на экзаменационную сессию. При условии, что контрольная работа зачтена, студент защищает ее на экзамене.

Расчетные данные содержатся в таблицах приложений 1 и 2. Для расчетов рекомендуется пользоваться приведенной ниже методикой.

Задание

Определить размеры поперечного сечения горной выработки для заданных условий и составить паспорт буровзрывных работ.

Методические указания

Определение размеров поперечного сечения

Для безопасной эксплуатации выработок необходимо обеспечить выполнение следующих условий: беспрепятственное транспортирование грузовых потоков, безопасное передвижение людей, установление режима проветривания выработки.

Размеры поперечного сечения горизонтальной выработки определяют графически с учетом максимальных габаритов подвижного состава по ширине и высоте и минимальных зазоров, установленных ЕПБ.

Все горизонтальные выработки, по которым производится транспортирование грузов, должны иметь определенные зазоры между наиболее

выступающей кромкой габарита подвижного состава и крепью выработки, а также размещенным в ней оборудованием.

При использовании рельсового транспорта зазор для прохода людей должен составлять:

- при деревянной и металлической крепи – 0,7 м с одной стороны, с другой – не менее 0,25 м;
- бетонной, набрызгбетонной и штанговой крепи – 0,2 м.

Высота прохода для людей по ширине зазора (не менее 0,7 м) должна составлять 1,8 м.

Ширина междупутья (ширина между осями двух прямых параллельных путей) должна быть такой, чтобы зазор между встречными электровазонами по наиболее выступающей части габарита электровазона был не менее 0,2 м.

На закругленных участках пути величина зазора между подвижным составом и крепью с внешней стороны, а также между осями путей должна быть увеличена в зависимости от радиуса кривизны с тем, чтобы при любом положении подвижного состава были выдержаны указанные выше величины зазоров (величины зазоров увеличивают на 10–15 % по сравнению с прямолинейным участком пути).

В двухпутевых выработках в местах, где производится сцепка и расцепка вагонеток, расстояние от крепи до наиболее выступающей части габарита подвижного состава с обеих сторон должно составлять не менее 0,7 м.

В местах посадки людей в пассажирские поезда свободный проход между крепью и наиболее выступающими частями габарита подвижного состава должен составлять не менее 1 м по длине поезда.

Высота подвески контактного провода электровазона откатки от уровня головки рельса должна быть не менее 1,8 м, а в околоствольных дворах не менее 2,2 м (рис. 1).

При использовании самоходного оборудования зазоры между подвижным составом и стенками выработок должны приниматься в зависимости от назначения выработок и типа машин. Так, в выработках, предназначенных для транспортирования руды и сообщения с очистными забоями, зазоры между наиболее выступающей частью транспортного средства и стенкой выработки или размещенным в выработке оборудованием должны составлять 1,2 м со стороны прохода для людей и 0,5 м с противопо-

ложной стороны (рис. 2). При устройстве пешеходной дорожки высотой 0,3 м и шириной 0,8 м или при сооружении ниш через 25 м зазор со стороны свободного прохода для людей может быть уменьшен до 1 м. Ниши должны сооружаться высотой 1,8 м, шириной 1,2 м, глубиной 0,7 м.

Площадь поперечного сечения выработки проверяется на скорость движения воздуха V (м/с) по следующей формуле:

$$V = Q_{\max} / S_{\text{св}}, \quad (1)$$

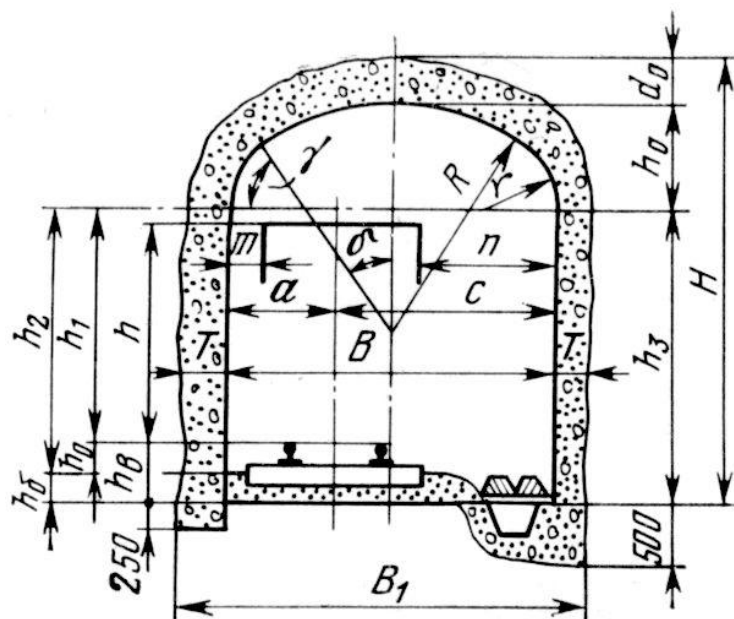
где $Q_{\max}$ – максимальное количество воздуха, проходящее по выработке, м³/с; $S_{\text{св}}$ – площадь сечения выработки в свету, м².

Скорость движения воздуха не должна превышать:

- в основных выработках – 8 м/с;
- очистных и подготовительных выработках – 4 м/с.

Минимальные площади поперечных сечений выработок в свету регламентированы ЕПБ и должны составлять:

- для откаточных и главных вентиляционных выработок:
 - при деревянной и металлической крепи – не менее 4 м²; бетонной, набрызгбетонной и штанговой крепи – не менее 3,5 м² при высоте выработки в свету не менее 2 м от уровня головки рельса;
- для вентиляционных и промежуточных штреков не менее 3 м² при высоте этих выработок в свету не менее 1,8 м.



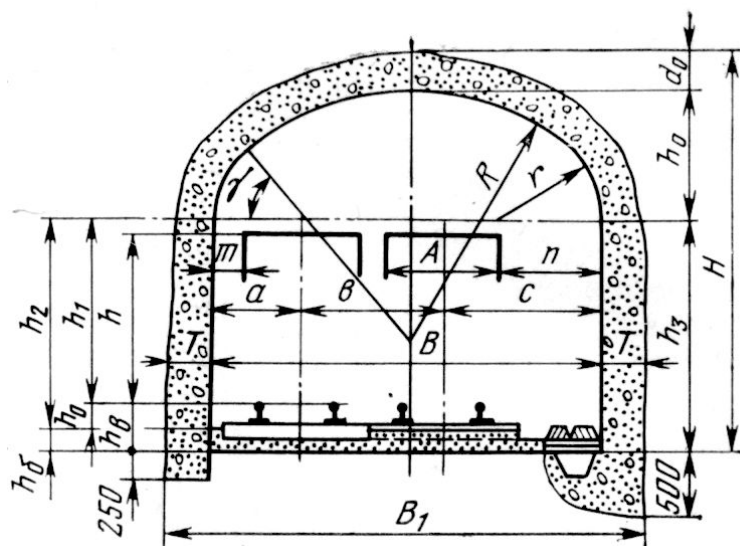


Рис. 1. Конструктивные размеры поперечного сечения выработок, закрепленных бетонной крепью: а) однопутевая выработка; б) двухпутевая выработка

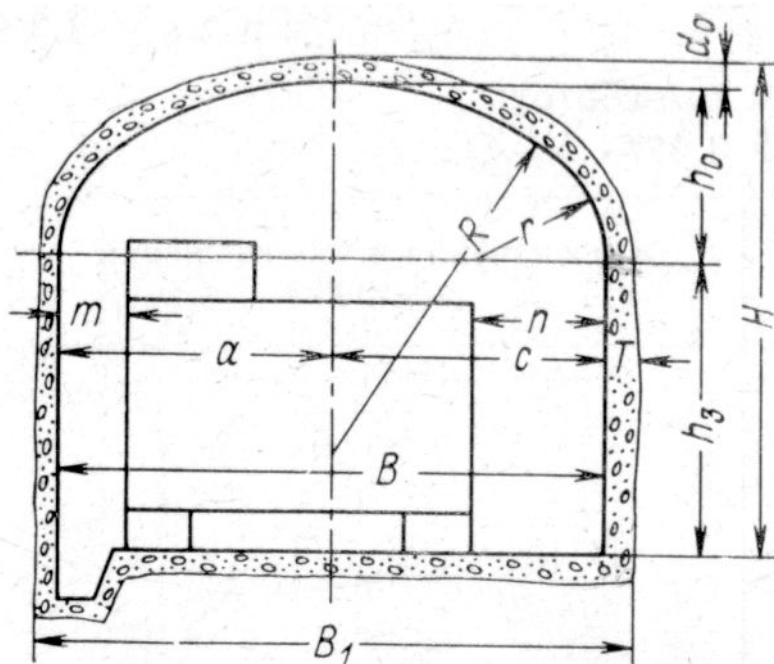


Рис. 2. Конструктивные размеры поперечного сечения выработки, закрепленной бетонной крепью при применении самоходной техники

Таблица 1

**Конструктивные размеры поперечного сечения выработки,
закрепленной бетонной крепью**

Наименование размера	Обозначения и соотношения размеров
Высота электровоза от уровня головки рельса	h
Высота стенки выработки от уровня головки рельса	h_1
Высота балластного слоя	h_6
Высота от балластного слоя до уровня головки рельса	h_a
Высота от почвы выработки до уровня головки рельса	$h_b = h_a + h_6$
Высота стенки выработки от балластного слоя	$h_2 = h_1 + h_a$
Высота стенки выработки от почвы выработки	$h_3 = h_2 + h_6 = h_1 + h_b$
Высота подвески контактного провода от уровня головки рельса	$h_{кп}$
Высота коробового свода при бетонной крепи	$h_0 = B / 3$
Высота коробового свода: – при набрызгбетонной крепи при $f > 12$ – при штанговой и комбинированной крепи при $f > 9$	$h_0 = B / 4$
Проектная высота выработки в проходке при бетонной и набрызгбетонной крепи	$H = h_3 + h_0 + d_0$
Проектная высота выработки в проходке при штанговой и комбинированной крепи	$H = h_3 + h_0 + 50$
Ширина электровоза	A
Минимально допустимый проход на высоте 1 800 мм от уровня балластного слоя	n
Зазор между стенкой и габаритом подвижного состава	m
Ширина однопутевой выработки в свету	$B = a + c$ или $B = m + A + n$
Ширина двухпутевой выработки в свету	$B = a + b + c$ или $B = m + A + p + A + n$
Расчетная толщина стен выработки	T
Проектная ширина выработки в проходке при бетонной и набрызгбетонной крепи	$B_1 = B + 2 T$
Проектная ширина выработки в проходке при штанговой и комбинированной крепи	$B_1 = B + 100 + 2 T$
Радиус свода при коробовом очертании	$R = 0,692 B$
Радиус боковых дуг коробового свода	$r = 0,262 B$
Радиус свода при полуциркульном очертании	$R = 0,5 B$
Сечение выработки в свету при коробовом своде	$S_{св} = B (h_2 + 0,26 B)$
Сечение выработки в свету при полуциркульном своде	$S_{св} = B (h_2 + 0,39 B)$
Периметр выработки в свету при коробовом своде	$P_{св} = 2 h_2 + 2,33 B$
Периметр выработки в свету при полуциркульном своде	$P_{св} = 2 h_2 + 2,57 B$
Сечение выработки в проходке при коробовом своде	$S_{св} = B_1 (h_2 + h_6 + 0,26 B_1)$
Сечение выработки в проходке при полуциркульном своде	$S_{св} = B_1 (h_2 + h_6 + 0,39 B_1)$

В Типовых сечениях выработок с коробовым сводом для унификации горных выработок высота вертикальных стен от уровня головки рельса до уровня пяты свода h_1 принимается одинаковой независимо от типа применяемого электровоза:

- при ширине колеи 600 мм в однопутевой выработке $h_1 = 1,65$ м, в двухпутевой – $h_1 = 1,5$ м;
- при ширине колеи 900 мм – 1,55 и 1,33 м соответственно. На уровне этой высоты лежат центры радиусов r боковых дуг свода.

Высота верхнего строения пути (h_b) составляет:

- при толщине балластного слоя 200 мм и рельсах типа Р33 – 390 мм;
- при толщине балластного слоя 190 мм и рельсах типа Р24 – 350 мм;
- при толщине балластного слоя 180 мм и рельсах Р18 – 320 мм.

Составление паспорта буровзрывных работ

Порядок расчета параметров буровзрывных работ при обычном взрывании.

1. Тип взрывчатых веществ (ВВ) и средств взрывания (СВ) выбирают в соответствии с естественными горно-геологическими условиями (крепость породы, обводненность забоя, наличие или отсутствие метана или взрывчатой пыли).

2. Длину заходки, коэффициент использования шпуров и глубину шпура устанавливают в зависимости от коэффициента крепости породы, размеров выработки и схемы организации работ (продолжительности цикла).

3. Объем породы $V_{\text{зах}}$ (м^3), взрывающей за одну заходку, определяют по формуле

$$V_{\text{зах}} = l_{\text{зах}} S_{\text{пр}}, \quad (2)$$

где $l_{\text{зах}}$ – подвигание забоя за цикл, м; $S_{\text{пр}}$ – площадь забоя выработки, м^2 .

Подвигание забоя за цикл $l_{\text{зах}}$ (м) рассчитывают по формуле

$$l_{\text{зах}} = l_{\text{шп}} \eta, \quad (3)$$

где η – КИШ, $l_{\text{шп}}$ – глубина шпура, м.

4. Удельный расход ВВ q ($\text{кг}/\text{м}^3$) определяют по формуле

$$q = \frac{\sqrt{f} - a\sqrt{S_{\text{пр}}}}{b}, \quad (4)$$

где f – коэффициент крепости породы; a – коэффициент, зависящий от типа выработок (для горизонтальных выработок $a = 0,25–0,3$); b – коэффициент, учитывающий работоспособность ВВ.

Коэффициент b , учитывающий работоспособность ВВ, определяется по формуле

$$b = P_{\text{ВВ}} / 380, \quad (5)$$

где $P_{\text{ВВ}}$ – работоспособность применяемого ВВ, см^3 .

4. Массу шпуровых зарядов $Q_{\text{зах}}$ (кг) рассчитывают по формуле

$$Q_{\text{зах}} = q S_{\text{пр}} l_{\text{шп}} \eta. \quad (6)$$

5. Общее число шпуров N (шт.) определяют по формуле

$$N = \frac{1,27 q S_{\text{пр}} \eta}{d_{\text{пт}}^2 \Delta K_{\text{зап}} K_{\text{уп}}}, \quad (7)$$

где $d_{\text{пт}}$ – диаметр патрона ВВ (при порошкообразном ВВ – диаметр шпура), м; Δ – плотность патронирования (при порошкообразном ВВ – плотность заряжения) $\text{кг}/\text{м}^3$; $K_{\text{зап}}$ – коэффициент заполнения шпура; $K_{\text{уп}}$ – коэффициент уплотнения ВВ при заряжении; для патронов с разрезанной оболочкой принимается равным 1,2, для патронов с неразрезанной оболочкой – 1,1.

Коэффициент заполнения шпура рассчитывают по формуле

$$K_{\text{зап}} \leq 2/3 l_{\text{шп}}. \quad (8)$$

6. Среднюю массу шпурового заряда $q_{\text{ср}}$ (кг) определяют по формуле

$$q_{\text{ср}} = Q_{\text{зах}} / N. \quad (9)$$

7. Далее выбирается тип вруба и схема расположения шпуров. Тип вруба выбирают в соответствии с крепостью породы, ее текстурой, размерами и конфигурацией забоя и длиной заходки.

При построении схем расположения шпуров число шпуров, найденное по формуле (7), можно корректировать и изменять, исходя из условий более целесообразного их размещения в забое.

При составлении схемы расположения шпуров, сначала размещают врубовые шпуры, после этого на оставшейся площади равномерно располагают остальные шпуры (вспомогательные, отбойные, оконтуривающие). Объем породы, приходящийся на один шпур, для врубового шпура должен быть в 5–10 раз меньше, чем для отбойного.

На основании расчетов и схемы расположения шпуров составляется сводная таблица параметров буровзрывных работ по форме табл. 2.

Таблица 2

Параметры буровзрывных работ

Номер шпура	Наименование шпуров	Глубина шпура, м	Угол наклона шпура, град	Масса заряда, кг		$K_{\text{зап}}$	За-медле-ние, мс
				Одного шпура	Группы шпуров		

Выбор взрывчатых веществ и средств взрывания

Выбор типа ВВ и СВ производится с учетом пылегазового режима объекта, геомеханических свойств породного массива, степени обводненности выработок и других факторов. В зависимости от прочностных свойств пород рекомендуются ВВ со следующими значениями работоспособности (табл. 3).

Таблица 3

Значения работоспособности ВВ

Параметр	Значение			
Коэффициент крепости пород f	1–3	3–6	6–10	более 10
Работоспособность рекомендуемого ВВ, см ³	220	220–320	320–400	400–600 и более

Для взрывных работ при проведении горизонтальных выработок в крепких породах применяют ВВ типа аммонитов. В шахтах, не опасных по газу или пыли, наибольшее распространение получили аммониты скальный № 1 и 3 и детонит М, в породах средней крепости – аммонит № 6 ЖВ.

В шахтах, опасных по газу или пыли, при проведении выработок только по породе используют породный аммонит АП-5ЖВ.

Характеристики ВВ приведены в табл. 4.

Таблица 4

Характеристики ВВ

Наименование ВВ	Плотность ВВ в патронах, г/см³	Работоспособность, см³	Скорость детонации, км/с	Вид упаковки
<i>ВВ, применяемые в забоях, не опасных по газу или пыли</i>				
Аммонит 6ЖВ	1,0–1,2	360–380	3,6–4,8	Патроны диаметром 32, 60, 90 мм
Аммонал-200	0,95–1,1	400–430	4,2–4,6	Патроны диаметром 32 мм
Аммонал М-10	0,95–1,2	430	4,2–4,6	То же
Аммонал скальный № 3	1,0–1,1	450–470	4,2–4,6	Патроны диаметром 45, 60, 90 мм
Аммонал скальный № 1	1,43–1,58	450–480	6,0–6,5	Патроны диаметром 36, 45, 60, 90 мм
Детонит М	0,92–1,2	450–500	40–60	Патроны диаметром 28, 32, 36 мм
<i>ВВ, применяемые в забоях, опасных по газу или пыли</i>				
Аммонит АП-5ЖВ	1,0–1,15	320–330	3,6–4,6	Патроны диаметром 36 мм
Аммонит Т-19	1,05–1,2	267–280	3,6–4,3	То же
Аммонит ПЖВ-20	1,05–1,2	265–280	3,5–4,0	–

В забоях, не опасных по газу или пыли, применяются непридохранные электродетонаторы (ЭД); электродетонаторы мгновенного действия ЗД-8Э, ЭД-8Ж и короткозамедленного действия ЭД-КЗ с замедлением 25, 50, 75, 150, 250 мс.

В забоях, опасных по газу или пыли, применяются предохранительные электродетонаторы; электродетонаторы мгновенного действия ЗД-КЗ-ОП и короткозамедленного действия ЭД-КЗ-ПМ с замедлением 15, 30, 45, 60, 80, 100, 120 мс и ЭД-КЗ-П с замедлением 25, 50, 75, 100, 125 мс.

Схема расположения шпуров

Расположение шпуров в забое в значительной степени предопределяет качество взрыва.

Схема расположения шпуров зависит от крепости, трещиноватости и напластования породы, размеров поперечного сечения выработки, глубины и числа шпуров, конструкции заряда шпура и типа ВВ. При расположении шпуров учитывают удобство размещения бурового оборудования.

Комплект располагаемых в забое выработки шпуров разделяется на врубовые, отбойные (вспомогательные) и оконтуривающие (периферийные) (рис. 3).

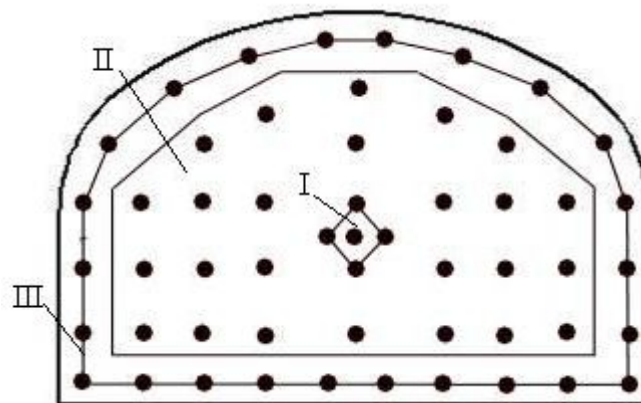


Рис. 3. Схема расположения шпуров в забое:
I – врубовые шпуры; II – отбойные шпуры;
III – оконтуривающие шпуры

Врубовые шпуры предназначены для создания второй обнаженной поверхности, наличие которой повышает эффективность взрыва заряда отбойных шпуров; обычно располагают в центральной части забоя. Величина заряда врубовых шпуров больше величины заряда отбойных шпуров на 15–20 %. Длина врубовых шпуров может превышать длину отбойных и оконтуривающих шпуров на 15–25 см.

Отбойные шпуры предназначены для разрушения основной массы породы в забое, размещают между врубовыми и оконтуривающими шпурами. Отбойные шпуры располагают, как правило, под прямым углом к плоскости забоя, реже с наклоном под углом 75–85° и взрывают после врубовых, т. е. работа данных шпуров осуществляется при двух обнажен-

ных поверхностях. В зависимости от площади забоя отбойные шпуров располагают в один, два или три ряда.

Оконтуривающие шпуров служат для разрушения породы по контуру выработки. В выработках малого сечения при отсутствии отбойных шпуров оконтуривающие шпуров используются для разрушения основной массы породы в забое. Оконтуривающие шпуров располагают равномерно по периметру выработки на расстоянии 15–20 см от проектного сечения (расстояние между шпурами составляет приблизительно 600–800 мм). В слабых и средней крепости породах концы шпуров располагают на проектном контуре выработки. В породах, склонных к обрушению, концы шпуров не доводят до проектного контура, что предотвращает “переборы” породы. В очень крепких породах концы шпуров заводят за проектный контур выработки на 5–10 см. Величина заряда в оконтуривающих шпурах принимается на 10–15 % меньше, чем в отбойных шпурах. Заряды оконтуривающих шпуров взрывают последними.

Расположение врубовых шпуров и условия их применения

В результате взрыва зарядов врубовых шпуров в массиве образуется выемка, называемая взрывным врубом. Создание взрывного вруба значительно облегчает работу зарядов, размещенных в отбойных и оконтуривающих шпурах, которые взрывают при наличии в забое уже двух открытых поверхностей, т. е. в более легких условиях.

При проведении горных выработок сплошным забоем применяют врубы различных типов. Выбор типа вруба зависит от крепости горных пород, характера их напластования, трещиноватости, размеров и формы забоя, работоспособности ВВ, диаметра патронов. При наличии в забое неоднородных прослоек породы врубовые шпуров целесообразно располагать в слоях менее крепкой породы в нижней части забоя с тем, чтобы при взрыве зарядов в них меньше повреждалась крепь, расположенная в призабойном пространстве.

Врубы можно разделить на следующие группы:

- образуемые взрывами зарядов в шпурах, пробуренных под прямым углом к плоскости забоя;
- комбинированные, образуемые взрывами зарядов в шпурах, расположенных наклонно и под прямым углом к плоскости забоя;

– образуемые при помощи машин с расширением их взрывным способом, например из скважин большого диаметра, вокруг которых располагают шпуровые заряды.

При проведении горных выработок по породам средней крепости и крепким широко применяют *клиновые врубы*, которые состоят из двух вертикальных или горизонтальных рядов шпуров, образующих клин. В крепких монолитных породах иногда в центре клинового вруба бурят несколько разрезных шпуров, глубина которых составляет не более $2/3$ глубины заложения врубовых наклонных шпуров. Заряды в разрезных шпурах взрывают первыми, они нарушают массив породы и тем самым облегчают работу взрывов врубовых шпуров. Рекомендуемые параметры клиновых врубов приведены в табл. 5.

Таблица 5

Параметры клиновых врубов

Коэффициент крепости пород f	Расстояние между парами врубовых шпуров для патронов ВВ диаметром 36 - 37 мм в зависимости от работоспособности ВВ (см ³), см				Угол наклона врубовых шпуров к плоскости забоя, град.	Число шпуров во врубе
	250–295	300–345	350–395	400–450		
1,5–2	49–51	52–54	55–57	58–60	72	2–4
3–4	46–48	49–51	52–54	55–57	70	4–6
5–6	43–45	46–48	49–51	52–54	65	4–6
7–8	40–42	43–45	46–48	49–51	62	4–6
9–10	37–39	40–42	43–45	46–48	60	6–8
11–13	34–36	37–39	40–42	43–45	55	6–8
14–18	31–34	34–36	37–39	40–42	52	8–10

Недостатком клиновых врубов является невозможность расположить шпуры под требуемым углом наклона в забоях небольшой ширины или высоты. Поэтому в таких забоях необходимо увеличивать угол наклона врубовых шпуров, уменьшать их глубину либо применять двойные клиновые врубы и т. д.

Пирамидальные врубы применяют при проведении выработок в очень крепких горных породах. Обычно они состоят из четырех-пяти шпуров,

сходящихся к центру. Для облегчения работы зарядов врубовых шпуров и лучшего дробления породы в пирамиде в центре вруба под углом 90° к плоскости забоя пробуривают один шпур. Глубина такого шпура не должна превышать $2/3$ проектной глубины заложения шпуров пирамидального вруба. Недостатком данного типа вруба является невозможность пробурить шпуры на требуемую глубину под нужным углом наклона в забоях небольших размеров. В таких условиях следует применять ступенчатый вруб. В результате взрыва зарядов во врубовых шпурах образуется выемка, имеющая небольшие размеры в глубине взрывного вруба, вследствие чего требуется бурить дополнительные шпуры для его расширения.

Для последовательного и более надежного формирования вруба и устранения случаев повреждения крепи применяют схему расположения шпуров, при которой взрывной вруб создают посредством взрыва небольших зарядов в коротких сближенных шпурах в нижней части забоя. При этом постепенно увеличивают глубину шпуров и расстояния между ними, а также массу заряда в шпурах. Образующая открытая поверхность в результате отрыва породы при взрыве каждой группы зарядов во врубовых шпурах обращена к почве забоя, что уменьшает разброс породы и повреждение крепи.

Диагональные врубы применяют в забоях, в которых по диагонали расположена прослойка слабых пород. Диагональный вруб состоит из ряда шпуров, пробуриваемых по диагонали забоя под углом к контакту напластования.

Призматические, или прямые врубы, при которых шпуры пробуривают под прямым углом к плоскости забоя, параллельно один другому. В зависимости от крепости взрываемых пород расстояния между соседними шпурами принимают равными 10–30 см, а в очень крепких породах 5–10 см. Число шпуров в прямых врубах обычно составляет 4–9. В некоторых прямых врубах часть шпуров не заряжают. Незаряженные врубовые шпуры при взрыве зарядов в смежных шпурах служат дополнительной открытой поверхностью, облегчающей работу зарядов врубовых шпуров. Исходя из этого, незаряжаемые шпуры бурят большего диаметра, чем заряжаемые шпуры. Для достижения наилучших результатов взрыва заряды врубовых шпуров всегда взрывают в определенной последовательности. Чтобы избежать переуплотнения зарядов в смежных шпурах, взрывание следует производить ВВ, имеющими небольшие значения плотности и скорости

детонации. Длины зарядов, взрывааемых первыми, должны быть максимальными, а забойка – минимально допустимой, чтобы получилось хорошее измельчение породы, и произошел ее выброс из врубовой полости.

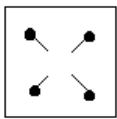
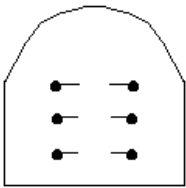
Наиболее простыми и надежными являются врубы *щелевой* и *треугольной формы*, в которых одновременно взрывают все заряженные врубовые шпуры. Расстояние между осями смежных шпуров в крепких породах не должно превышать величину двух диаметров шпуров.

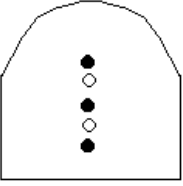
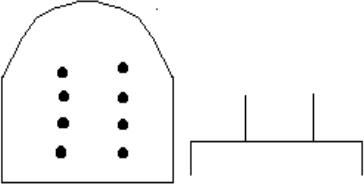
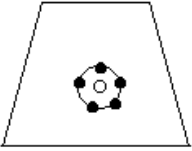
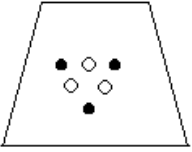
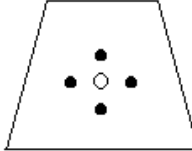
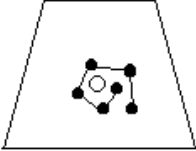
Все прямые врубы со сближенным расположением шпуровых зарядов разрешается применять в забоях, не опасных по выделению метана, при проведении выработок по породам, не склонным к пластическим деформациям.

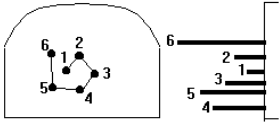
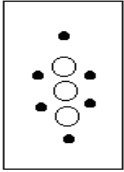
При выборе типа вруба рекомендуется руководствоваться данными табл. 6.

Таблица 6

Основные типы врубов и условия их применения

Тип вруба	Условия применения, характеристика
Пирамидальный 	В крепких породах, в основном при проходке вертикальных выработок. Число шпуров равно 4. Рациональная глубина заходки 1,5–2 м. Длина врубовых шпуров составляет 1,8–2,3 м. Угол наклона врубовых шпуров к плоскости забоя составляет 65–75°. Врубовые шпуры располагают в виде четырехгранной пирамиды.
Клиновой 	В породах любой крепости однородного строения при вертикальном направлении трещин или напластования, в основном в горизонтальных и наклонных выработках площадью сечения не менее 6 м ² . Число врубовых шпуров равно 2–10. Угол наклона врубовых шпуров к плоскости забоя составляет 60–70°. Рациональная глубина заходки составляет 1,5–2,4 м. Длина врубовых шпуров равна 1,8–2,6 м. Для уменьшения развала породы и повышения эффективности взрыва по оси выработки бурят 1–6 шпуров перпендикулярно плоскости забоя. Глубина их в 2 раза меньше глубины заходки.
Щелевой	В породах крепких и средней крепости или при наличии прослойки более мягкой породы в выработках любой площади сечения. Шпуры бурят в один ряд через 10–20 см, заряжают через один, взрывают одновремен-

	но. Для увеличения КИШ центральный шпур вруба бурят на 20–30 см длиннее, заряжают 0,3–0,6 кг ВВ и взрывают после остальных врубовых шпуров с замедлением 25–30 мс. Рекомендуемая глубина шпуров 2,2–2,5 м.
Простой прямой 	В породах средней крепости, слабых и в угольных забоях, преимущественно при проведении горизонтальных и наклонных горных выработок в шахтах опасных по газу или пыли, где не допускается сближение зарядов менее чем на 0,45 м по породе с $f < 7$ и 0,6 м по углю. Число шпуров 4–10. Расстояния между шпурами: в породах с $f = 204$ – 0,6 м, с $f = 4-6$ – 0,5-0,55 м, с $f = 7-12$ – 0,35-0,5 м. Рациональная глубина заходки 2–3 м.
Цилиндрический 	В монолитных или с горизонтальным и пологим напластованием породах всех категорий. Для уменьшения разлета породы в центральной части вруба бурят 1–4 вспомогательных шпура глубиной $2/3$ средней глубины комплекта шпуров. Глубина шпуров 2,5–4 м.
Треугольный 	При проведении выработок любой площади сечения по крепким и очень крепким породам или при наличии прослойки более слабой породы. Расстояние между врубовыми шпурами 10–20 см. Часть шпуров в центре вруба не заряжается.
Крестообразный 	В породах всех категорий, но преимущественно в крепких и весьма крепких. Расстояние между крайними шпурами вруба в породах с $f = 6-14$ составляет 18–20 см. В породах с $f = 2-3$ – 30 см и при $f = 2-3$ – 35 см. В центральной части бурят 1–2 шпура обычного или увеличенного диаметра и не заряжают. Рациональная глубина заходки 203 м.
Спиралеобразный 	В горизонтальных и наклонных выработках малой площади сечения, а также в восстающих выработках. В монолитных крепких и очень крепких породах или с напластованием, приблизительно параллельным забое. Центральный шпур не заряжают. Расстояние между шпурами вруба по спирали увеличивают с 8–15 до 30–50 см. Число шпуров 5–10. Глубина шпуров 2–3 м.
Спиралеобразный ступенчатый	При проведении выработок в крепких трудновзрываемых породах. Вруб состоит из 4–8 параллельных шпуров. Длина шпуров, начиная с первого, увеличивается с 0,9 до 2,8 м. Заряды взрывают за один прием после-

	довательно в порядке нумерации шпуров. Расстояние между шпурами по спирали увеличивают с 15 до 50 см.
Простой со скважинами 	При проведении выработок в крепких трудно взрываемых породах при глубине заходки 2,5–5 м. Вруб состоит из 1–4 незаряжаемых скважин диаметром 80–165 мм, иногда сближенных для образования общей компенсационной полости, и 4–10 шпуров, располагаемых на расстоянии 10–30 см от стенок скважин.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. Способы проведения горизонтальных выработок.
2. Форма и размеры поперечного сечения горизонтальных горных выработок.
3. Буровзрывные работы при строительстве горизонтальных выработок в однородных крепких породах.
4. Конструкция заряда, число, глубина и схемы расположения шпуров.
5. Выбор бурового оборудования.
6. Организация работ по бурению, заряджанию и взрыванию шпуров.
7. Проветривание выработок.
8. Погрузка породы, фазы погрузки.
9. Призабойный транспорт.
10. Вспомогательные работы.
11. Возведение монолитной бетонной и железобетонной крепи.
12. Возведение набрызгбетонной крепи.
13. Возведение анкерной крепи.
14. Возведение рамной крепи.
15. Организация горнопроходческих работ.
16. Классификация проходческих комбайнов и условия их применения.
17. Строительство выработок с применением комбайнов избирательного действия.
18. Строительство выработок с применением комбайнов бурового действия.
19. Организация горнопроходческих работ при применении проходческих комбайнов.
20. Технология строительства наклонных выработок сверху вниз буровзрывным способом.
21. Водоотлив при строительстве наклонных выработок сверху вниз.
22. Вспомогательные работы при строительстве наклонных выработок сверху вниз.
23. Строительство наклонных выработок снизу вверх буровзрывным способом.

24. Применение гидромеханизации при строительстве наклонных выработок снизу вверх.

25. Применение проходческих комбайнов при строительстве наклонных выработок.

26. Проведение восстающих буровзрывным способом.

27. Проведение восстающих бурением.

28. Проведение протяженных выработок околоствольного двора.

29. Строительство сопряжений выработок.

30. Строительство камер.

31. Строительство тоннелей буровзрывным способом.

32. Строительство тоннелей в мягких породах.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Показатель	Вариант		
	0	1	2
Коэффициент крепости пород	13–15	15–17	7–9
Форма выработки	Арочная с коробчатым сводом	Арочная с коробчатым сводом	Арочная с полуциркульным сводом
Материал крепи	Набрызгбетон	Набрызгбетон	Бетон
Тип транспорта	К14 ВГ-9,0	МоА3-6401	4КР 1 ВГ-4,5
Число путей	2	1	1
Колея	900 мм	–	900 мм
Пропускная способность по воздуху	110 м ³ /с	150 м ³ /с	90 м ³ /с

Показатель	Вариант		
	3	4	5
Коэффициент крепости пород	10–12	13–15	15–17
Форма выработки	Арочная с полуциркульным сводом	Арочная с коробчатым сводом	Арочная с полуциркульным сводом
Материал крепи	Бетон	Набрызгбетон	Бетон
Тип транспорта	4КР 1 ВГ-4,5	“Эймко “	10КР-2 ВГ-10,0
Число путей	2	1	2
Колея	900 мм	–	900 мм
Пропускная способность по воздуху	100 м ³ /с	110 м ³ /с	150 м ³ /с

Показатель	Вариант		
	6	7	8
Коэффициент крепости пород	10–12	5–7	10–12
Форма выработки	Арочная с коробча-	Арочная с коробча-	Арочная с коробча-

	ТЫМ СВОДОМ	ТЫМ СВОДОМ	ТЫМ СВОДОМ
Материал крепи	Набрызгбетон	Бетон	Набрызгбетон
тип транспорта	К-14 ВГ-9,0	10КР-2 ВГ-10,0	МоАЗ-6402
Число путей	1	1	1
Колея	900 мм	900 мм	—
Пропускная способность по воздуху	90 м ³ /с	100 м ³ /с	130 м ³ /с

Показатель	Вариант
	9
Коэффициент крепости пород	8–10
Форма выработки	Арочная с коробчатым сводом
Материал крепи	Бетон
Тип транспорта	АНФ
Число путей	1
Колея	—
Пропускная способность по воздуху	90 м ³ /с

Примечание. Толщина крепи: при бетонной крепи стенок – 0,25 м, свода – 0,2 м; при набрызгбетонной крепи стенок – 0,15 м, свода – 0,1 м.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Габаритные размеры вагонеток

Тип вагонетки	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм
ВГ-4,5	3 950	1 350	1 550
ВГ-9,0	7 850	1 350	1 550
ВГ-10,0	7 300	1 800	1 600

Габаритные размеры самосвалов

Тип самосвала	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм
МоАЗ 6401	8 430	2 850	2 610
МоАЗ 6402	11 000	3 750	3 700
Эймко	6 800	2 400	2 300
АНФ	8 630	2 850	3 000

Габаритные размеры электровозов

Тип электровоза	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм
К-14	5 750	1 650	1 550
4КР 1	3 120	1 300	1 515
10 КР2	4 500	1 348	1 500

Кафедра горного дела

По дисциплине _____

Тема _____

Оценка: _____

Дата: _____

АПАТИТЫ
2007