

Министерство высшего и среднего специального образования
РСФСР
Ленинградский ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горный институт
им. Г. В. Плеханова

В. К. Бубок
Ю. М. Мисник,
Ю. А. Юрманов

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ
ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Учебное пособие

Ленинград
1981

УДК 622.235(073.80)

В учебном пособии изложены основные требования к содержанию разделов дипломного проекта, касающихся вопросов буровзрывных работ.

Приведены рекомендации по выбору средств бурения, взрывчатых веществ и способов взрывания при проектировании горнопроходческих и очистных работ в различных горно-геологических условиях. Даны технико-экономические характеристики современного бурового оборудования и инструмента, ассортимента взрывчатых веществ и средств взрывания.

Учебное пособие рассчитано на студентов специальности 0202 специализация "Технология и комплексная механизация подземной разработки рудных месторождений", "Технология и комплексная механизация подземной разработки пластовых месторождений" и может быть использовано студентами всех горных специальностей при дипломном и курсовом проектировании.

Научный редактор доц. Ю.М.Мисюк

Томск 1981 г.,
ноз. 634

© Ленинградский горный
институт им. Г.В.Плеханова,
1981 г.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОБЪЕМУ РАЗДЕЛОВ ПРОЕКТА, ПОСВЯЩЕННЫХ БУРОВЗРЫВНЫМ РАБОТАМ

Вопросы буровзрывных работ должны быть рассмотрены как при проектировании горнопроходческих работ, так и при расчете технологических процессов очистной выемки.

В пояснительной записке необходимо представить расчет параметров буровзрывных работ с подробным обоснованием выбора взрывчатого вещества (ВВ), способа взрывания (СВ) и бурового оборудования при проведении одной горизонтальной и одной вертикальной (наклонной) выработки. Если в разделе капитальных выработок подробно рассматривается проведение горизонтальной выработки, то из числа подготовительных или нарезных горных выработок следует подробно рассмотреть буровзрывной комплекс для вертикальной или наклонной выработки и наоборот. Здесь же приводится подробная характеристика принятого оборудования для бурения шпуров, ВВ, СВ и оборудования для механизации взрывных работ.

На чертеже, в рамках технологического паспорта проведения одной из подробно рассмотренных в пояснительной записке горных выработок, должны быть приведены паспорт буровзрывных работ, циклограмма проходки и таблица проектных показателей проходки горной выработки.

При расчете технологических процессов очистной выемки в пояснительной записке приводятся: обоснование принятого в проекте оборудования для бурения скважин или шпуров, включая стадии образования разрезной щели, выпускных воронок, подсечки блока, образования компенсационной камеры и отбойки основных запасов блока; обоснование выбора ВВ, способа взрывания, выбора оборудования для механизации работ по заряданию шпуров или скважин; расчет параметров шпуровых или скважинных зарядов ВВ, взрывной сети, основных технико-экономических показателей буровзрывных работ.

Здесь же приводится подробная характеристика выбранного оборудования для бурения шпуров или скважин и механизации взрывных работ, взрывчатых веществ и средств взрывания.

На чертежах необходимо показать схему расположения шпуров или скважин при различных стадиях очистной выемки, конструкции скважинного заряда, схему взрывной сети, таблицу параметров шпуровых или скважинных зарядов для каждой стадии очистной выемки с указанием очередности взрывания и таблицу основных технико-экономических показателей буровзрывных работ при очистной выемке.

Все проектные решения должны полностью соответствовать нормам и правилам [1-5].

II. БУРОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ГОРНОПРОХОДСКИХ РАБОТ

§ I. Область применения различных способов бурения

Выбор способа бурения и соответствующей буровой техники главным образом зависит от свойств горных пород, из которых наибольшее значение имеют: прочность (твердость, крепость), абразивность и трещиноватость. Определенное влияние оказывают и упругопластические свойства пород.

На выбор буровой техники влияют также условия ведения работ, например, диаметр, глубина и направление бурения, характер горной выработки, условия снабжения буровых машин энергией и некоторые другие.

При проведении горных выработок применяют три основных способа бурения: ударное, вращательное и вращательно-ударное.

Ударное бурение следует применять в горных породах средней крепости и крепких (коэффициент крепости по М.М.Протоdjякову $P > 3-4$). Особенные преимущества перед другими способами оно имеет при бурении крепких высокоабразивных горных пород.

Наиболее существенными недостатками ударного бурения являются: прерывистый характер разрушения породы, ограничивающий скорость бурения, необходимость применения дорогой пневматической энергии и неудовлетворительные санитарно-гигиенические условия труда бурильщиков.

Вращательное бурение следует применять в породах ниже средней крепости. С увеличением абразивности горной породы эффективность вращательного бурения резко снижается. В то же время непрерывный характер разрушения породы обеспечивает высокую скорость бурения в соответствующих по свойствам горных породах, а простота кинематики позволяет применять для привода машин электрическую энергию. При вращательном бурении улучшаются и условия труда бурильщиков вследствие меньшего пылеобразования, невысоких уровней шума и вибрации буровых машин.

Промежуточное положение занимает вращательно-ударное бурение. Этот способ находит преимущественное применение для бурения пород с коэффициентом крепости^х от 4 до 12. Его можно применять и в более крепких породах, но не обладающих высокой абразивностью.

§ 2. Ударное бурение шпуров

Ударное бурение шпуров осуществляется пневматическими перфораторами и буровыми установками с ударными узлами ударно-поворотного действия.

При проходческих работах наиболее широко применяют ручные легкие, средние и тяжелые и телескопные перфораторы (табл. I). Легкие ручные перфораторы с собственной массой (без глушителя и антивибрационных устройств) до 20 кг предназначены для бурения шпуров малого диаметра (32-36 мм) в породах невысокой кре-

^х Коэффициент крепости — условная величина, характеризующая прочность пород. М.М. Прото-
динов, 1954.

пости. Они имеют ограниченное применение по сравнению со средними и тяжелыми перфораторами.

Средние ручные перфораторы с собственной массой до 30 кг наиболее широко распространены при бурении шпуров в горизонтальных и наклонных выработках (до 45°). Эти перфораторы выпускаются двух видов: с частотой ударов до 2000 мин^{-1} и более 2000 мин^{-1} . Последние называют быстроударными или высокочастотными перфораторами. В породах средней и выше средней крепости они обеспечивают наибольшую производительность бурения, но из-за усиленной вибрации корпуса приводят к возникновению у бурильщиков профессионального заболевания - виброболезни. Средние ручные перфораторы всегда применяют в сочетании с пневматическими поддержками, облегчающими условия труда и способствующими созданию оптимальных усилий подачи при бурении, значения которых особенно велики у быстроударных перфораторов и достигают 1200-1400 Н.

Тяжелые ручные перфораторы предназначены для бурения нисходящих шпуров при проходке шурфов, стволов шахт и других выработок, а также при проходке горизонтальных и наклонных выработок в особо крепких горных породах, где требуются машины с высокой энергией единичного удара. При бурении нисходящих шпуров, когда применение пневмоподдержек невозможно, тяжелый корпус позволяет при ограниченном участии бурильщика создавать необходимые усилия подачи, которые для этих машин составляют 600-900 Н. Для уменьшения оптимальных усилий подачи тяжелые ручные перфораторы выпускаются с ограниченной частотой ударов порядка 1600-1800 мин^{-1} .

Телескопные перфораторы применяют при проходке восстающих с углами наклона более 45° . Промышленность выпускает три модели телескопных перфораторов. Перфоратор ПТ-38 предназначен для бурения шпуров в породах средней и выше средней крепости; ПТ-45КВ с пониженной частотой ударов - для бурения особо крепких пород, а также для особо тяжелых условий работы (высокая обводненность, пониженная температура воздуха в за-

Т а б л и ц а 1

Техническая характеристика ручных и телескопных перфораторов

Показатели	М а р к а перфоратора						Телескопные			
	Ручные									
	ПР-20.1	ПР-25МВ	ПР-27В	ПР-30В	ПР-30К	ПТ-45КВ	ПТ-39	ПТ-46		
Масса с глушителем и виброгасящим устройством, кг	26,5	30,0	32,1	34,0	36,0	46,0	44,0	52,0		
Энергия удара, Дж	40	50	55	65	60	60	45	80		
Частота ударов, мин ⁻¹	2500	2000	2800	1900	1700	1700	2400	2800		
Ударная мощность, кВт	1,63	1,63	2,34	2,0	1,67	1,67	1,78	3,66		
Расход сжатого воздуха при давлении 0,5 МПа, м ³ /мин	2,8	3,0	3,5	3,5	3,0	3,5	3,2	6,5		
Диаметр воздушного шланга, мм	19	25	25	25	25	25	25	25		
Размер хвостовика, мм	22	25	25	25	25	25	25	25		
Диаметр длина	82	108	108	108	108	-	-	-		
Хол. автоподатчика, м	-	-	-	-	-	615	650	650		
Отпускная цена, руб	-	115	140	86	82	82	135	150		

Примечание. Диаметр воздушного шланга для всех марок перфораторов 13 мм.

боях, когда возрастает опасность заболеваний виброболезнью, ПТ-48 - для бурения шпуров увеличенного диаметра и взрывных скважин глубиной до 10-12 м.

§ 3. Установочные приспособления к ручным перфораторам

При бурении в горизонтальных и наклонных выработках ручные перфораторы устанавливают на пневматические поддержки, обеспечивающие создание оптимальных усилий подачи (табл. 2).

Таблица 2

Техническая характеристика пневматических устройств

Показатели	Модели пневматических устройств		
	П-8	П-11	П-13
Масса, кг	17	20	22
Длина в сложенном состоянии, мм	1300	1500	1700
Ход поршня, мм	900	1100	1300
Осевое усилие, Н	1720	1720	1720
Стоимость, руб	31	32	33
Рекомендуемая марка перфоратора	ПР-20П, ПР-20В	ПР-30В, ПР-30К, ПР-25МВ	ПР-27В

§ 4. Переносные буровые установки с ручными перфораторами

При проходке горизонтальных и слабонаклонных выработок малого поперечного сечения в крепких, труднобуримых породах

целесообразно применять переносные буровые установки УПБ-I, выпускаемые заводом "Коммунист" (г.Кривой Рог).

Установка УПБ-I состоит из пневматической распорной колонки облегченной конструкции и канатно-поршневого автоподатчика, на котором устанавливается ручной перфоратор ПР-25МВ или ПР-30К. При транспортировке установка разбирается на три узла.

Применение установок УПБ-I позволяет бурить горизонтальные и наклонные шпурь при оптимальном усилии подачи перфоратора, что повышает общую производительность бурения на 10-15 %, несмотря на увеличение затрат времени на подготовительно-заключительные операции по сравнению с бурением тем же перфоратором при работе с пневмоподдержкой. При этом значительно улучшаются условия труда бурильщиков.

Техническая характеристика установки УПБ-I приведена ниже:

Глубина бурения одной штангой, м	До 2,25
Диаметр бурения, мм	38-43
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	4
Усилие подачи, Н	1375
Усилие распора колонки, Н	1065
Высота распорной колонки, мм:	
без удлинителей	1800-2400
с удлинителями	2400-3000
Внутренний диаметр рукояток, мм:	
подводящих воду, не менее	12
подводящих сжатый воздух, не менее	25
Масса, не более, кг:	
установки в сборе	98
без удлинителей	102
с удлинителями	
транспортируемого узла	
без удлинителей	33
с удлинителями	37
Отпускная цена, руб	570

§ 5. Передвижные установки для бурения шпуров

Наиболее полная механизация процесса бурения шпуров на проходческих работах обеспечивается применением самоходных буровых установок СБКН-2П, СБКНС-2, оснащенных бурильными головками ударно-поворотного действия (табл. 3).

Т а б л и ц а 3
Техническая характеристика буровых установок

Показатели	Модель установки	
	СБКН-2П	СБКНС-2
Количество бурильных головок	2	2
Тип бурильных головок	Ударно-поворотный	
Ход подачи (глубина бурения), мм	2000	2000
Усилие подачи, Н	До 2943	До 1962
Тип ходовой части	На пневмошассином ходу	Колесно-рельсовый
Привод	Пневматический	
Колея, мм	1060	600,750
Скорость передвижения, км/ч	3	3
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:		
длина	3650	5285
ширина	1250	950
высота	1200	1170
Масса, кг	2600	4830
Изготовитель	Дарасунский завод горного оборудования	
Отпускная цена, руб	9850	10000

Самоходная буровая установка СБКН-2П предназначена для бурения шпуров при проходке горизонтальных и слабонаклонных горных выработок, не имеющих рельсовых путей, с площадью поперечного сечения 3,5-10 м².

Буровая установка механизмирует операции по наведению автоподатчиков с перфораторами на оси бурения шпуров, сам процесс бурения, а также передвижение в призабойной зоне. Она состоит из ходовой части, двух манипуляторов с автоподатчиками, на которых установлены ударные узлы перфораторов ПТ-48, системы управления и некоторых вспомогательных механизмов. Для удержания установки от смещения во время бурения применяются домкраты в передней части и сзади - два пневмодомкрата.

Самоходная буровая установка СБЖС-2 предназначена для бурения шпуров при проходке горизонтальных выработок, оборудованных рельсовыми путями, с площадью поперечного сечения 5-10 м². По своему назначению и основным техническим данным она аналогична установке СБЖН-2П. Все операции, связанные с процессом бурения, механизированы.

§ 6. Инструмент для ударного и вращательно-ударного бурения шпуров

1. Буровые коронки

В настоящее время выпускаются и готовятся к выпуску следующие типы буровых коронок:

КДП - долотчатые пластинчатые для монолитных вязких горных пород;

ККП - крестовые пластинчатые для вязких трещиноватых горных пород;

КДШ - долотчатые штыревые для хрупких монолитных пород;

КТШ - трехперые штыревые для хрупких трещиноватых горных пород;

КНШ - неперетачиваемые штыревые для бурения хрупких пород с высокой абразивностью.

Буровые коронки могут иметь два вида соединений со штангами - конусное и резьбовое.

Коронки с конусным соединением выпускаются следующих типов-размеров (первая цифра - диаметр коронки в миллиметрах, вторая размер буровой стали): 32-19; 32-22; 36-22; 40-22; 40-25; 43-25; 43-28; 46-25; 46-28; 52-25; 52-28. Этот вид соединения рекомендуется при бурении шпуров ручными, телескопными и колонковыми перфораторами.

Коронки с резьбовым соединением рекомендуются для бурения глубоких взрывных скважин мощными колонковыми перфораторами и вращательно-ударными бурильными головками. Типоразмеры коронок с резьбовым соединением (первая цифра - диаметр коронок в миллиметрах, вторая - внутренний диаметр резьбы): 43-27; 46-27; 46-31; 52-31; 56-31; 60-31; 65-31; 70-31; 70-38; 75-31; 75-38; 85-31; 85-38. Так как вращение коронки бурильными машинами осуществляется против часовой стрелки, соединение выполняется левой круглой резьбой с шагом 12 мм.

Обозначение коронок с резьбой круглого профиля КТШ 52-31ИЛ. Буровые коронки диаметром до 43 мм предназначены для бурения шпуров ручными и телескопными перфораторами с энергией удара от 24,5 до 63,7 Дж. Коронки диаметром 43-65 мм предназначены для эксплуатации с перфораторами и вращательно-ударными бурильными головками с энергией удара до 88,3 Дж, а коронки диаметром 65-85 мм для бурильных головок с энергией удара до 147 Дж. Все типоразмеры буровых коронок армируются твердыми сплавами ВК-11В или ВК-15.

2. Б у р о в ы е ш т а н г и

Буровые штанги изготавливают из специальной стали 55С2 шестигранной или круглой формы (табл. 4).

Данные о расходах твердых сплавов, съемных буровых коронок и буровой стали приведены в табл. 5,6.

Т а б л и ц а

Характеристика буровой стали для перфораторов и вращательно-ударных бурильных головок

Форма поперечного сечения	Размер, мм	Диаметр внутреннего канала, мм	Масса 1 м, кг	Марка перфоратора или бурильной головки
Шестигранная	19	6,0	—	ПР-20Л
	22	6,5	3,13	ПР-20Л
	25	7,2	3,76	ПР-25МВ, ПР-30В
	28	8,0	—	ПР-30В, ПР-27В, ПТ-38, ПТ-48
Круглая	32	9	6,56	ПК-60, ПК-75
	38	9	—	ПК-75

Т а б л и ц а 5

Расход твердых спалков при бурении перфораторами на 1 м глубины, г

Коэффициент крепости породы	Диаметр буровой коронки, мм			
	36	40	43	46
Сплав ВК-15				
20	18,6	24,7	25,5	26,6
18-20	7,4	9,9	10,1	10,7
16-18	4,95	6,18	6,45	6,70
14-16	3,0	2,7	4,0	4,0
12-14	1,9	2,5	2,6	2,7
Сплав ВК-11В				
12-14	1,2	1,6	1,6	1,7
10-12	0,8	1,0	1,06	1,1
8-10	0,5	0,6	0,6	0,67
6-8	0,3	0,4	0,4	0,41
6	0,2	0,2	0,2	0,2

Т а б л и ц а

Стоимость буровых коронок и расход буровой стали при
бурении перфораторами

Коэффициент крепости породы	Стоимость коронок, армиро- ванных твердым сплавом, с учетом возможных зато- чек, м	Расход буровой стали на 1 шпуро- метр, г
20	4	90
18-20	7	90
16-18	10	45
14-16	14	35
12-14	20	28
10-12	30	20
8-10	45	17
6-8	60	14
6	100	5

§ 7. Вращательно-ударное бурение шпуров

Вращательно-ударное бурение осуществляется буровыми установками с вращательно-ударными бурильными головками и колонковыми перфораторами (табл.7).

Для вращательно-ударного бурения требуются достаточно сложные и тяжелые буровые установки, способные создавать соответствующие осевые нагрузки на буровой инструмент. Эти установки применяют только при проходке основных откаточных выработок.

В отечественной практике находят применение буровые установки на колесно-рельсовом и гусеничном ходу. Эти установки получают энергию для привода всех механизмов от рудничных стационарных сетей.

Т а б л и ц а 7

Техническая характеристика вращательно-ударных бурильных головок и колонковых перфораторов

Показатели	Марки машины			
	БГА-1М	1100-1-1М	ПК-60	ПК-75
Масса, кг	140	105	60	75
Рекомендуемый диаметр буровой коронки, мм	45-52	42-46	43-65	63-85
Энергия удара, Дж	85	40	90	150
Частота ударов, мин ⁻¹	2500	3200	2000	2000
Ударная мощность, кВт	3,47	2,1	3,82	4,9
Крутящий момент, Н·м	220	200	160	250
Осевое усилие подачи, кН	До 16	До 16	До 7	До 10
Расход сжатого воздуха при давлении 0,5 МПа, м ³ /мин	10	10	9	11
Отпускная цена, руб	650	760	560	715
Завод-изготовитель	Староскопский механический завод	Кузнецкий машиностроительный завод	Завод "Коммунист" (г.Кривой Рог)	

В последнее время появились буровые установки на пневмоколесном ходу с дизельными двигателями для привода ходовой части.

Выпускаемые серийно буровые установки вращательно-ударного действия делятся на три группы: 1) на колесно-рельсовом ходу БУ-1 и БУР-2; 2) на гусеничном ходу СБУ-2М и СБУ-2К; 3) на пневмошинном ходу ЗБК-5Д и ЗБК-3Д.

Установки БУ-2 и БУР-2 имеют много общих узлов. Отличаются они количеством манипуляторов (бурильных головок) и приводом ходовой части. Установка БУ-1 самоходная с одной бурильной головкой; БУР-2 - самоходная с двумя бурильными головками. Обе установки работают на пневматической энергии от рудничной сети, что затрудняет использование их в нескольких районах в течение рабочей смены.

Установка БУ-1 может применяться при проходке горных выработок с площадью поперечного сечения от 6 до 20 м². Самоходная буровая установка БУР-2 может применяться в выработках с площадью поперечного сечения от 10 до 25 м². При помощи съемной лопатки и вилочного захвата механизмируются также работы по заряданию шпуров, оборке кровли и установке крепи. Обе установки снабжаются бурильными головками ИЮО-1-ИМ. Могут применяться бурильные головки БГА-1М с большей энергией единичного удара (табл. 8).

Установки СБУ-2М и СБУ-2К, имеющие гусеничную ходовую часть, могут применяться при проходке выработок большого поперечного сечения, а также на очистных работах. Обе установки позволяют бурить шпур в почву и кровлю при минимальной высоте выработки 4,2 м для СБУ-2М и 5,5 м для СБУ-2К. Для проведения работ по заряданию шпуров и оборке кровли установка СБУ-2К по требованию заказчика может быть оборудована лопаткой, навешиваемой на конец податчика бурильной головки, а также пневмозахватами для подъема и монтажа элементов крепления.

Общим недостатком перечисленных установок является низкая скорость передвижения и зависимость ходовой части от рудничных энергетических сетей. В связи с этим их трудно использовать в нескольких забоях, если они расположены на значительных расстояниях друг от друга.

Буровые установки ЗБК-ЗД и ЗБК-БД имеют дизельный двигатель мощностью 55 кВт для привода ходовой части, что обеспечивает достаточно высокую маневренность и возможность использования их для обустройства нескольких забоев в течение рабочей смены. Эти установки особенно эффективны при совместной работе с другим самоходным оборудованием. В качестве бурильных головок применяются мощные колонковые перфораторы ПК-75.

При проходке выработок большой протяженности целесообразно применять порталные буровые установки, конструкция которых позволяет выполнять погрузку и транспорт породы без отвода установки на значительное расстояние от рабочего забоя. Для этой

Таблица 8

Технические характеристики передвижных буровых установок буровых установок

Показатели	Марка прицепного-установки						
	БУ-1	БУР-2	СБУ-2А	СБУ-2К	ЗБК-3Д	ЗБК-5Д	ЗБКП-9
Глубина бурения, м	4	4,2	3,0	6,0	3,6	7	3,8
Наибольшая ширина захвата бурового станка, м	4,75	5	5,5	8,7	4,5	8	4,5
Глубина бурения, м	2,75	2,75	2,75	4	3	4,5	3
Классификация буровых установок	1	2	2	2	3	3	2
Марка буровых установок	10	10С - 1 - 1М		БГА-1М	ПК-75	ПК-75	ПК-75
Удельная мощность, кВт	19	19			8	8	8
Расход сжатого воздуха при бурении, м³/мин	12	24	14	25	45	45	30
Скорость передвижения, км/ч	-	4	2	0,8	4	4	0,8
Угол подъема при передвижении, град	-	-	15	15	20	15	-
Габаритные размеры в транспортном положении, мм							
длина	6500	7000	7100	8600	10300	12400	8200
ширина	1040	1300	1870	2400	2000	2500	1800
высота	1500	1550	1750	3250	2800	3400	1800
Масса, т	2,2	5,7	6	13,5	17	23	10
Средняя цена, тыс. руб.	3,27	8,0	16,0	16,0	125	126	45

цели рама буровой установки имеет внутренний проем (портал), через который по рельсовому пути могут перемещаться погрузочные машины, вагонетки и аккумуляторные электровозы. Размеры портала у выпускаемых серийно установок 2БНП-3 (табл.8): высота 2,2 м, ширина 2,5 м при ширине и высоте выработки в свету соответственно 4,2 и 3,6 м. Установка самоходная на колесно-рельсовом ходу. Для освобождения рельсового пути ходовая тележка поднимается на верхнюю часть рамы, а установка вывешивается на гидравлических домкратах.

§ 8. Буровые установки для проходки стволов шахт

При проходке стволов шахт высокая степень механизации бурения шпуров обеспечивается прашательпо-ударными буровыми установками БУКС, которые делят на две группы: подвешиваемые к тельферу стволовой погрузочной машины и подвешиваемые к самоходной тележке, перемещающейся по призабойной опалубке. Стволовые буровые установки БУКС состоят из двух основных частей: съёмной, опускаемой в ствол с поверхности и предназначенной для выполнения процесса бурения, и стационарной, закреплённой на проходческом полке, погрузочной машине или опалубке и постоянно находящейся в стволе (табл. 9).

Установка БУКС-1М предназначена для бурения шпуров в породах с $f \leq 14-16$ при диаметре ствола от 5,5 до 9 м в свету и применении комплексов проходческого оборудования с погрузочными машинами КС-2У/40 или КС-1МА.

Установка БУКС-1 мц может быть использована для одновременного бурения двух цементационных скважин диаметром 52 мм на глубину до 50 м. Специальное устройство монтируется на установке только на время бурения скважин.

Компактная буровая установка БУКС-2М предназначена для бурения шпуров при углубке и при проходке стволов диаметром от 5 до 9 м и глубиной до 200 м, в которых используются погруз-

Технические характеристики стационарных буровых установок

Показатели	Марка машины		
	БУКС-1М	БУКС-1мн	БУКС-2М
Диаметр ствола в свету, м	5,5-8,0	5,5-8,0	5,0
Марка буровой головки	БГА-1М	БГА-1М	БГА-1М
Количество буровых машин	4	4(2)	2
Глубина бурения шуров, м	4,25	4,25 (50)	2,5
Возможный угол наклона буровой головки к вертикали, град	10	10	10
Минимальный диаметр обсадного проема, мм	1640	1640	1330
Расстояние от забоя до проходческого лотка, м	13-14,5	13-14,5	-
Минимальное расстояние между опорами, мм	800	800	1550
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	40	40 (36)	36
Основные размеры, мм:			
высота	10,3	10,3	5,8
диаметр оцинкованной окружности	1,51	1,51	1,43
Масса, т:			
общая	7,5	8,5	5,3
основной части	6,3	7,0	-
Примечание	Явноватский машиностроительный завод		

зочные машины с ручным и механическим вождением грейфера (КС-3, "Погрузчик", КС-12). Установка подвешивается к самоходной тележке, перемещающейся по монорельсу призабойной опалубки.

Пылеловаление на всех установках БУКС осуществляется воздушно-водяной смесью.

§ 9. Вращательное бурение шпуров

1. Электрические и пневматические сверла

Сверла выпускаются с различной частотой вращения резцов. Осевое усилие на инструмент при бурении ручными сверлами может создаваться вручную или специальными механическими устройствами (табл. 10).

Сверла с одноступенчатым редуктором имеют высокую частоту вращения шпинделя, связанного с буровым инструментом ($800-1000 \text{ мин}^{-1}$), и предназначены в основном для бурения по углю. Сверла с двухступенчатым редуктором имеют пониженную частоту вращения шпинделя и могут применяться для бурения углей и пород с коэффициентом крепости $f' \geq 2$. Для более крепких пород ($f' < 4$) применяют сверла с принудительной подачей, которая обеспечивается встроенной в корпус машины малогабаритной лебедкой. Усилие подачи в таких сверлах можно регулировать в пределах от 0 до 3,0 кН.

Все ручные электросверла имеют взрывобезопасное исполнение и рассчитаны на напряжение электрического тока 127 В.

В выработках, имеющих магистрали сжатого воздуха, могут применяться пневматические сверла. Они более безопасны, при меньшей массе имеют более мощный двигатель. Основным недостатком пневмосверл - работа на более дорогой и менее удобной энергии.

На предприятиях, где отсутствует пневматическая энергия, иногда встречаются участки пород повышенной крепости ($f' = 6-8$). В этих случаях шпур бурят колонковыми электросверлами, механизм подачи которых может развивать осевое усилие на инструмент до 15 кН (табл. 10).

Таблица 10

Технические характеристики ручных и коловых средств

Показатели	Тип средства						коловые
	ручные						
	СЭР-18М	ЭР-14Д-2М	ЭР-18Д-2М	ЭП18Д-2М	СР-3	ЭП1-1	
Мощность двигателя, кВт	1,2	1,0	1,4	1,4	2,6	3,5	3,5
Расход топлива во время работы, л/мин	-	-	-	-	3,5	-	-
Напряжение электрического тока, В:							
рабочее	127	127	127	127	-	380/600	380/600
управляющее	36	36	36	36	-	36	36
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	930; 750; 600	800	640	500	356	170; 315	170; 315
Максимальная величина хода подачи штанги, мм	-	-	-	0-3	-	15	15
Ход шпинделя, мм	-	-	-	-	-	2800	2800
Масса, кг	16,5	16	17	24	19,5	190	190
Отпускная цена, руб	34,5	66	70	122	85	440	440
Изготовитель	Конотопский электромеханический завод "Крытый вод" "Крытый металлест"	Томская электромеханическая завод "Пилот-Тема"	Томская электромеханическая завод "Пилот-Тема"	Томская электромеханическая завод "Пилот-Тема"	Томская электромеханическая завод "Пилот-Тема"	Конотопский электромеханический завод "Крытый вод" "Крытый металлест"	Конотопский электромеханический завод "Крытый вод" "Крытый металлест"

2. Передвижные установки для вращательного бурения шпуров

Передвижные установки предназначены для бурения шпуров в горизонтальных выработках, оборудованных рельсовыми путями (табл. II).

Установка БУЭ-1 может применяться в выработках с площадью поперечного сечения до 14 м^2 при бурении пород с $f \leq 8$ и имеет одну бурильную головку. Во многом аналогичная по конструкции установка БУЭ-2 имеет две бурильные головки, кроме того, она имеет дополнительное оборудование, позволяющее механизировать подъем и перемещение грузов при креплении и других проходческих операциях в выработках высотой до 4,5 м. Предельная площадь поперечного сечения забоя выработки, обрабатываемого с одной позиции, 22 м^2 .

Обе самоходные установки оснащены оборудованием для добычи угля при проведении выработок в породно-угольных забоях. Диаметр скважины при этом составляет 300 и 400 мм.

Несамоходная установка КСМ-3 с двумя бурильными головками может применяться в выработках с площадью поперечного сечения до 12 м^2 . Увеличенное по сравнению с установками БУЭ усилие подачи позволяет бурить шпур в породах с $f \leq 10$.

3. Инструмент для вращательного бурения шпуров

Инструмент для вращательного бурения шпуров состоит из резцов (табл. I2) и буровых штанг. При бурении ручными сверлами угля и мягких пород применяют резцы РУ-13, РУ-6 и БИ-525. Геометрия режущих граней резцов зависит от условий применения. Для мягких углей лучшие результаты дает резец БИ-525 (РМ-43), имеющий положительный передний угол, способствующий повышению производительности бурения. В крепких углях и породах с коэффициентом крепости $f \geq 4$ применяется резец РУ-13. Резец РУ-6 применяют в крепких углях, обладающих повышенной вязкостью.

Т а б л и ц а 11

Техническая характеристика передвижных установок для
вращательного бурения шпуров

Показатели	Марка машины		
	БУЭ-1	БУЭ-2	КБМ-3
Наибольшая высота бурения от головки рельса при расположении буровой головки параллельно продольной оси выработки, м	3,4	4,1	2,8
Наибольшая ширина забоя, обруиваемого с одной позиции при расположении буровой головки параллельно продольной оси выработки, м	3,6	5,0	3,8
Количество буровых машин	1	2	2
Диаметр рельса, мм	42	42	42
Диаметр режущей головки для бурения скважин по углю, мм	300; 400	300; 400	—
Мощность двигателя вращателя, кВт	7,5	7,5	5,5
Частота вращения бура, мин ⁻¹	151; 317	731	342
Максимальное осевое усилие подачи, кН	17	17	24
Ход подачи, м	3	3	2,5
Напряженность переменного тока, В	380/660	380/660	380
Установочная мощность двигателей, кВт	15	30	15
Скорость передвижения, км/ч	1,5	1,8	—
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:			
длина	8200	7500	5800
ширина	1200	1300	1310
высота	1150	1600	1850
Ширина колеи	600; 750	900	600; 900
Масса, кг	5200	11000	3780
Отпускная цена, руб	19000	25800	10500
Завод-изготовитель	Ново-Горловский машиностроительный завод		Кузнецкий машиностроительный завод

Т а б л и ц а 12

Техническая характеристика резцов для вращательного бурения шпуров

Показатели	Марка резца			
	РУ-13	РУ-8	БИ-525	БИ-741В
Диаметр резца, мм	42	44	43	42
Высота обшей, мм	85	95	80	82
Углы лезвия, град:				
передний	0	0	8	-15
заточки	65	65	65	72
Марка твердого сплава	ВК-8	ВК-8	ВК-8	ВК-8
Форма рассечения	Прямоуголь- ная	Угловая	Угловая	Прямоуголь- ная
Отпускная цена, руб	0,75	0,85	1,1	1,0
Изготовитель	Кузнецкий машиностроительный завод			

Для пород с $f = 8-10$ выпускаются специальные породные резцы БИ-741В с отрицательным передним углом, способствующим повышению прочности режущих граней, и предназначенные для бурения шпуров с промывкой водой колонковыми электросверлами и передвижными установками вращательного бурения (БУЭ, КБМ).

Штанги для ручных сверл изготавливаются из витой ромбической стали с размерами диагоналей 36х18 мм и шагом от 60 до 110 мм. Для колонковых сверл и передвижных установок штанги изготавливают из шестигранной стали диаметром 25 мм, применяемой при бурении перфораторами.

III. ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

§ I. Выбор взрывчатых веществ

Взрывчатые вещества для конкретных условий следует выбирать на основе сравнения их характеристик с учетом стоимости.

Наиболее важными характеристиками ВВ являются: взрывная эффективность; безопасность в обращении; чувствительность к инициированию и устойчивость детонации; стойкость в течение гарантийного срока хранения и при использовании.

Взрывная эффективность ВВ определяется удельной теплотой взрыва, работоспособностью, скоростью детонации и плотностью. Чем выше крепость породы, тем более высокими значениями указанных выше параметров должно обладать ВВ, принимаемое для отбойки породы.

Например, для пород с коэффициентом крепости $f > 12$ следует применять ВВ с плотностью 1,2–1,45 г/см³ и скоростью детонации 4–6,5 км/с; при отбойке пород с крепостью $f \leq 12$ – ВВ с плотностью 1,0–1,1 г/см³ и скоростью детонации до 4 км/с.

Требование высокой степени безопасности ВВ при использовании объясняется тем, что в подземных условиях взрывные работы являются одной из основных причин несчастных случаев.

Поэтому при выборе ВВ следует использовать малочувствительные ВВ (аммониты, водонаполненные ВВ, а при механизированном зарядании шпуров – грубодисперсные) и избегать применения ВВ, содержащих высокочувствительные сенсibilизаторы (ВВ типа скального аммонита № I, аммоналов, детонитов). ВВ должно обладать высокой чувствительностью к инициатору, под влиянием которого детонация в заряде должна проходить устойчиво, без затуханий.

Следует иметь в виду, что порошкообразные и прессованные ВВ (типа аммонитов, аммоналов, детонитов) инициируют с помощью капсулей-детонаторов, электродетонаторов и детонирующего шну-

ра, в то время как водонаполненные и грубодисперсные ВВ требуют применения патронов-боевиков, состоящих из порошкообразного или прессованного ВВ.

Неустойчивая детонация может приводить к отказам, что создает опасную ситуацию (возможность травматизма).

Стойкость, характеризуемая стабильностью эксплуатационных свойств ВВ, определяется тем, что в процессе хранения в течение гарантийного срока и применения в конкретных условиях они не должны изменять свои химические, физические и взрывчатые свойства.

При выборе ВВ следует обращать внимание и на такие характеристики, как способность к передаче детонации на расстояние и водоустойчивость.

Низкая способность к передаче детонации на расстояние является одной из причин появления отказов или затуханий детонации.

Порошкообразные ВВ в патронах имеют гарантийный срок водоустойчивости не более 1 ч. Если указанный срок для конкретных условий недостаточен, то следует прибегать к гидроизоляции патронов.

Для ориентировочного выбора ВВ с последующей проверкой правильности выбора в производственных условиях можно использовать данные табл. 13.

В крепких, вязких и трудновзрываемых породах целесообразны комбинированные заряды, состоящие из патронов мощных ВВ (скального аммонита № 1, детонита М), размещаемых у дна шпура, и менее мощных (аммонита № 6 ЖВ, динафталита), занимающих 35-50 % общей длины заряда.

При выборе ВВ для взрывных работ в шахтах, опасных по газу и пыли, кроме указанных выше характеристик следует руководствоваться принятой классификацией предохранительных ВВ (ПВВ):

Класс III - мощные породные ПВВ ограниченного применения, предназначенные для проведения выработок только по породе; в смешанных забоях, проводимых по пластам, опасным по газу, но не опасным по пыли; для вскрытия пластов, опасных по метану.

Т а б л и ц а 13

Взрывчатые вещества, рекомендуемые для применения в шахтах
и рудниках, не опасных по газу и пыли

Условия размещения зарядов ВВ	Породы крепкие и весьма крепкие	Породы средней крепости	Породы слабые
Шпуры при проходческих и очистных работах в оуких забоях			
При ручном и механизированном зарядании	Граммонал А-8 Гранулит АС-8 Гранулиты АС-4, М	Гранулиты АС-4, АС-8, М Игданит Граммонал А-8	Гранулиты М, АС-4, АС-8 Граммонал А-8
При ручном зарядании	Аммонит скальный № 1 Детонит М Аммонал скальный № 3 Аммонал водоустойчивый Аммонит № 6ЖВ Динафталит	Аммонал водоустойчивый Детонит М Аммонал скальный № 3 Аммонит № 6ЖВ Аммонит скальный № 1	Аммонал водоустойчивый Аммонит № 6ЖВ Детонит М Динафталит Аммонал скальный № 3
Шпуры при проходческих и очистных работах в обводненных забоях			
При ручном и механизированном зарядании	Граммонал А-8 Гранулит АС-8	Граммонал А-8	Граммонал А-8
При ручном зарядании	Аммонит скальный № 1 Детонит М Аммонал водоустойчивый Аммонал скальный № 3 Аммонит № 6ЖВ Динафталит	Аммонал водоустойчивый Детонит М Аммонал скальный № 3 Аммонит № 6ЖВ Аммонит скальный № 1 Динафталит	Аммонал водоустойчивый Аммонит № 6ЖВ Динафталит Детонит М Аммонал скальный № 3
Обводненные шпуры при проходке стволов шахт			
При ручном зарядании	Аммонит скальный № 1 Детонит М Аммонал водоустойчивый Аммонит № 6ЖВ	Аммонал водоустойчивый Детонит М Аммонит № 6ЖВ Аммонит скальный № 1 Динафталит	Аммонал водоустойчивый Динафталит Аммонит № 6ЖВ

выбросам угля и газа при наличии породной пробки с коэффициентом крепости породы $f' \geq 7$; для сотрясательного взрывания в выработках, опасных по выбросам породы; для проходки стволов при появлении метана (аммонит АП-5ЖВ, победит ВП-4).

Класс IV — ПВВ средней мощности и предохранительности, предназначенные для взрывных работ по углю и породе в забоях подготовительных, нарезных и очистных выработок без машинного вруба в шахтах, опасных по газу всех категорий и пыли, а также для сотрясательного взрывания (аммонит ПВВ-20, аммонит Т-19).

Класс V — ПВВ повышенной предохранительности, предназначенные для взрывных работ по углю и породе в шахтах III категории и сверхкатегорийных в особо опасных условиях в забоях подготовительных и очистных выработок с машинным врубом; в забоях восстающих выработок; в бутовых штреках с верхней подрывкой угля; для распыления воды взрывом при создании водяных завес; в забоях с сульфурным выделением метана (угленит Э-6, патроны ВВП-I-V).

Класс VI — высокопредохранительные ПВВ, предназначенные для отбойки мягкого угля в шахтах, опасных по газу и пыли всех категорий, в очистных и подготовительных забоях с машинным врубом (патроны СП-I).

Кроме указанных выше, выпускаются ПВВ специального назначения — серный аммонит № I ЖВ и нефтяной аммонит № 3, предназначенные для применения в серных и нефтяных шахтах.

В шахтах, опасных по газу и пыли всех категорий, при проходке и углубке стволов по породе с действующих горизонтов шахт, а также при проведении только по породе горизонтальных и наклонных выработок на действующих и строящихся шахтах допускается применение РВ, перечисленных в табл. 13. Но при этом выработки должны непрерывно проветриваться свежей струей, в забоях выработок не должно быть угольных пластов или пропластков, а также выделения метана, которое должно контролироваться перед заряданием и каждым взрыванием.

При подходе таких выработок к угольным пластам на расстоянии 5 м и после пересечения на расстоянии 20 м обязательно применение предохранительных ВВ соответствующего класса.

Предохранительные ВВ III и IV классов можно применять и в шахтах, не опасных по газу и пыли (например, при взрывании пород небольшой крепости, а также при контурном взрывании, когда возникает необходимость в ВВ пониженной мощности). Характеристика основных ВВ, применяемых в подземных условиях, приведена в табл. I4, I5.

§ 2. Выбор средств взрывания

Средства взрывания для обеспечения детонации ВВ в шпуровых зарядах принимают в соответствии с принятым способом взрывания: огневым, электрическим и с помощью детонирующего шнура.

Огневой способ взрывания в подземных условиях разрешено применять только в горизонтальных и наклонных (угол наклона не более 30°) выработках в шахтах и рудниках, не опасных по газу и пыли.

Основными недостатками способа являются возможность преждевременного взрыва и повышение загазованности забоя за счет сгорания огнепроводного шнура.

Поэтому огневой способ взрывания в подземных условиях имеет ограниченное применение и используется главным образом в условиях, для которых характерны большие величины блуждающих токов и токов утечки.

В выработках с углом наклона более 30° , а также в случаях, когда своевременный отход взрывника затруднен, можно применять средства электроогневого взрывания (табл. I6).

Электрический способ взрывания может применяться в любых условиях, включая шахты, опасные по газу и пыли, где он является единственно допустимым.

Т а б л и ц а 14

Характеристика взрывчатых веществ, рекомендуемых для применения в шахтах и рудниках, не опасных по газу и пыли

ВВ	Плотность, г/см ³	Работоспособность, см ³	Бризантность, мм	Расстояние передачи детонации между патронами диаметром 32 мм, см		Оптовая цена, руб./т
				сухими	после выдержки в воде	
Аммонит скальный № 1 в патронах диаметром 36 мм	1,40-1,58	450-480	22-28	5-10	4-7	880
Аммонит № 6ЖВ в патронах	1,00-1,20	360-390	14-16	5-8	3-6	228
Аммонит № 6ЖВ в мешках	1,00-1,20	360-390	14-16	5-8	3-6	170
Аммонал скальный № 3 в патронах	1,00-1,10	450-470	18-20	7-12	5-10	630
Аммонал водоустойчивый в патронах	0,95-1,10	400-430	16-19	4-8	3-5	245
Граммонал А-8 в мешках	0,85-0,90	420-440	26-30 ^x	-	-	228
Гранулит АС-4	0,80-0,85	390-410	23-26 ^x	-	-	155
Гранулит АС-8	0,87-0,92	410-430	24-28 ^x	-	-	109
Гранулит М	0,93-0,95	320-330	18-22 ^x	-	-	123
Граммонит 79/21	0,9-1,0	360-370	22-28 ^x	-	-	185
Динафталит	1,00-1,16	320-350	15-16	3-7	2-5	285

^x При испытаниях в стальных кольцах.

Характеристика взрывчатых веществ, рекомендуемых для применения в шахтах и рудниках, опасных по газу и пыли

Характеристика	Аммонит АП-5ЖВ	Победит ВП-4	Аммонит ПЖВ-20	Аммонит Т-18	Угленит Э-6	Патроны ПВП-1-У	Патроны СП
Плотность, г/см ³	1,0-1,15	1,1-1,3	1,05-1,2	1,05-1,20	1,7-1,25	-	-
Работоспособность, см ³	320-330	320-340	265-280	270-280	190-170	Эквиваленты угленита	200-250
Бризантность, мм	14-17	14-18	13-18	15-17	7-11	-	-
Расстояние передачи детонации между патронами, см:							
сухими	5-10	6-25	5-10	5-10	5-12	5-13	5-8
после выдержки в воде	2-7	5-20	2-7	2-7	3-10	-	-
Скорость детонации, км/с	3,8-4,8	3,8-4,8	3,5-4,0	3,8-4,3	1,8-2,2	-	-
Оптовая цена, руб/т	244	377	210	224	442	245	370
						(за тыс. шт.)	(за тыс. шт.)

Т а б л и ц а 16

Характеристика средств огневого и электроогневого взрывания

Наименование	Марка	Оптовая цена за 1 тыс. штук, руб	Основные свойства и область применения
Капсюли-детонаторы в бумажной гильзе	КД-8Б	18	В сухих забоях для открытых и подземных работ, кроме шахт, опасных по газу и пыли
Капсюли-детонаторы в стальной оболочке	КД-8С	30	То же в сухих и увлажненных забоях
Огнепроводный шнур асфальтированный	ОША	370	Водонепроницаемый, температура среды от -25 до $+45^{\circ}\text{C}$, в сухих и увлажненных забоях, кроме шахт, опасных по газу и пыли
ОШ двойной асфальтированный	ОШДА	477	То же
ОШ в пластмассовой оболочке	ОШП	768	То же
Патроны зажигательные бумажные			Для ведения взрывных работ огнем способом в сухих забоях при температуре от -40 до $+50^{\circ}\text{C}$, кроме шахт, опасных по газу и пыли
№ 1 (7) ^х	ЗП-Б1	47	
№ 2 (8-12)	ЗП-Б2	50	
№ 3 (13-19)	ЗП-Б3	53	
№ 4 (20-27)	ЗП-Б4	57	
№ 5 (28-37)	ЗП-Б5	60	
Электрозажигатели для зажигания ОШ	ЭЗОШ-Б	118	Для ведения взрывных работ в сухих забоях, кроме шахт, опасных по газу и пыли
Электрозажигательные патроны для зажигания лучка отрезков ОШ			Для группового зажигания отрезков ОШ в сухих забоях, кроме шахт, опасных по газу и пыли
№ 1 (7) ^х	ЭЗП-Б1	165	
№ 2 (8-12)	ЭЗП-Б2	187	
№ 3 (13-19)	ЭЗП-Б3	170	
№ 4 (20-27)	ЭЗП-Б4	172	
№ 5 (28-37)	ЭЗП-Б5	175	
Электрозажигательная трубка с длиной ОШ, мм	ЭЗТ-2		Для зажигания одного отрезка ОШ в сухих и увлажненных забоях
230		140	
630		198	

^х В скобках указано количество отрезков огнепроводного шнура в гильзе.

При выборе электродетонаторов для конкретных условий следует учитывать, что в шахтах, опасных по газу и пыли, предпочтение следует отдавать предохранительным ЭД.

В случае применения ЭД короткозамедленного и замедленного действия необходимо экспериментально или по формуле определить оптимальный интервал замедления

$$t = \frac{31,5}{\sqrt[4]{\nu_{\Pi} \rho}} W - 6 \sqrt[4]{\nu_{\Pi} \rho} + 9,6, \quad (1)$$

где ν_{Π} — скорость распространения продольных волн в породе, м/с; ρ — плотность породы, т/м³; W — величина наименьшего сопротивления, м.

По данным практики для взрывания крепких и весьма крепких пород особенно целесообразно использовать электродетонаторы марок ЭДКЗ, ЭДКЗ-ПМ-15, ЭДКЗ-ПМ-25 с числом замедлений между взрываниями групп шпуров, равным 5-7 (табл. 17).

В шахтах, опасных по газу и пыли, суммарное время срабатывания ЭД при взрывании по углю не должно превышать 135 мс, а при взрывании по породе 195 мс, причем взрывание по углю осуществляется за один прием, по породе — за два.

Запрещается использовать ЭД замедленного действия в угольных и смешанных забоях шахт, опасных по газу и пыли, всех категорий.

В породных забоях шахт, опасных по газу и пыли, всех категорий разрешается применять ЭД короткозамедленного и замедленного действия без ограничения количества ступеней замедления при условии, что суммарное время замедления не превышает 10 с, а в выработках нет метана и угольной пыли.

В подготовительных выработках сланцевых шахт суммарное время замедления не должно превышать 800 мс.

Взрывание с помощью детонирующего шнура (ДШ) может применяться для детонации зарядов во всех случаях, кроме шахт, опасных по газу и пыли (табл. 18). При проведении выработок ДШ используют при контурном взрывании рассредоточенными заря-

Т а б л и ц а 17

Наименование	Марка	Время срабаты- вания, мс	Степень замедле- ния	Длина провода, м	Оптовая цена за 1 тыс. штук, руб.	Основные свойства и область приме- нения
1	2	3	4	5	6	7
Электродетонаторы (ЭД) мгновенного действия	ЭД-8-Э ЭД-8-Ж	2-10 2-6	-	1,5	81	Водостойкие для открытых и подзем- ных работ, кроме опасных по газу и пыли в сухих и ур- давленных забоях
				2,0	85	
				3,0	89	
				3,5	93	
				4,0	101	
ЭД мгновенного действия предохранительные	ЭД-8-ПМ	0,8	-	1,5	91	Водостойкие, повы- шенной мощности для шахт, опасных по газу и пыли
				2,0	95	
				2,5	99	
				3,0	103	
				3,5	107	
ЭД короткозамкнутого действия предохранительные	ЭДКЗ-ПМ-15	15 30 45 60 80 100 120	ПМ 2МП 3МП 4МП 5МП 6МП 7МП	1,5	88	Водостойкие, повыш- ной мощности для шахт, опасных по газу и пыли, пород средней крепости и крепких
				2,0	92	
				2,5	98	
				3,0	100	
				3,5	104	
				4,0	108	

Одноточные табл. 17

1	2	3	4	5	6	7
ЭД короткого инкубационного действия	ЭПКЗ-ПМ-25	25	1П	1,5	88	Водостойкие повышенной мощности для шахт, оп. шах по газу и пыли, и слабых пород
		50	2П	2,0	92	
		75	3П	2,5	96	
		100	4П	3,0	100	
				3,5	104	
	ЭПКЗ			4,0	108	Водостойкие нормальной мощности, для сухих и обводненных пород слабых, средней крепости и крепких в шахтах, не опасных по газу и пыли
		25	1	1,0	82	
		50	2	1,5	86	
		75	3	2,0	90	
		100	4	2,5	94	
ЭД длительного действия	ЭДЗП	150	5	3,0	98	Водостойкие нормальной мощности для любых забоев, кроме опасных по газу и пыли
		250	6	3,5	102	
				4,0	106	
				1,5	86	
		500	7	2,0	90	
		750	8	2,5	94	
		1000	9	3,0	98	
		1500	10	3,5	102	
		2000	11	4,0	106	
		4000	12			
		6000	13			
		8000	14			
		10000	15			

Т а б л и ц а 10

Характеристика средств взрывания с помощью
детонирующего шнура

Наименование	Марка	Оптовая цена за 1 тыс.м., руб	Основные свойства и область применения
Детонирующий шнур	ДША	400	Для передачи детонации зарядам. Водостойкость 12 ч
ДШ в пластмассовой оболочке	ДШВ	440	Для передачи детонации зарядам. Водостойкость 24 ч
ДШ экструзионный	ДШЭ-12	100	Пониженная водостойкость (до 30 минут)
Пиротехническое реле для короткозамедленного взрывания детонирующим шнуром с временем срабатывания: 10; 20; 35; 50 и 100 мс	КЗДШ-69	215	Для короткозамедленного взрывания с помощью ДШ, к которым шнур, соединенный по газу и пылю

дами и для обеспечения надежной детонации рассыпных ВВ при механизированном зарядании шнуров. Иницирование ДШ осуществляется с помощью средств огневого электрического, или электроогневого взрывания.

§ 3. Определение диаметра и глубины шнуров

Диаметр шнуров зависит от диаметра патронов ВВ и величины зазора между патронами ВВ и стенкой шпура, позволяющего производить зарядания шнуров без усилий. Поэтому начальный диаметр резцов и коронок при бурении пород небольшой крепости должен превышать диаметр патрона на 4-6 мм, а при бурении крепких пород на 8-10 мм.

Глубину шнуров выбирают с учетом крепости пород, площади забоя, принятой организации работ и применяемых средств механизации.

При заданной продолжительности проходческого цикла средняя глубина шпуров определяется по формуле

$$l = \frac{T_{\text{ц}} - T_0}{\frac{N}{H_{\text{б}} n_{\text{б}}} + \frac{\varphi_1 S \eta}{H_{\text{п}} n_{\text{п}}} + \frac{\varphi_2 \eta}{H_{\text{кр}} n_{\text{кр}}}}, \quad (2)$$

где $T_{\text{ц}}$ — продолжительность цикла, ч; T_0 — общая продолжительность заряжания, взрывания и проветривания выработки, ч; N — число шпуров на забой, шт; S — площадь поперечного сечения выработки в проходке, м^2 ; η — коэффициент использования шпура; $H_{\text{б}}, H_{\text{кр}}, H_{\text{п}}$ — нормы выработки соответственно по бурению, креплению и погрузке; $n_{\text{б}}, n_{\text{п}}$ — число одновременно работающих буровых или погрузочных машин; $n_{\text{кр}}$ — число крепильщиков; φ_1 — коэффициент совмещения работ по времени по бурению и погрузке породы, в среднем $\varphi_1 = 0,3-0,6$; φ_2 — коэффициент совмещения работ по креплению с бурением и погрузкой породы, принимается аналогично φ_1 .

Продолжительность проходческого цикла следует принимать такой, чтобы цикл выполнялся в целое число смен или в смену выполнялось целое число циклов. При проведении горизонтальных и наклонных выработок продолжительность цикла принимают равной одной-двум сменам или 0,25-0,5 смены (четыре-два цикла в смену), при проведении вертикальных стволов продолжительность цикла принимают равной 6-24 ч, т.е. от одного до четырех циклов в сутки.

Суммарное время заряжания, взрывания и проветривания определяется по формуле

$$T'_0 = \frac{N t_3}{n_3} + t_{\text{пр}}, \quad (3)$$

где t_3 — время заряжания одного шпура, $t_3 = 0,033-0,083$ ч; n_3 — число взрывников; $t_{\text{пр}}$ — время проветривания забоя после взрывания (по правилам безопасности не более 0,5 ч).

Величина коэффициента использования шпура η зависит от крепости, трещиноватости и слоистости пород, работоспособности ВВ, глубины шпура и качества выполнения технологии взрывных работ.

При правильном определении параметров БНР и строгом выполнении технологии взрывных работ величина η находится в пределах 0,7-0,95.

Обычно при проведении горизонтальных и наклонных выработок в крепких породах глубина шпура составляет 1,5-1,8 м, в породах средней крепости 1,8-2,2 м и в слабых породах 2,2-2,5 м. Глубину шпуров при использовании ступенчатых врубов увеличивают на 0,5-0,7 м.

Для выбора средней глубины шпура можно использовать табл. 19 и 20.

В вертикальных выработках глубину шпуров в зависимости от крепости пород следует принимать в следующих пределах: 2,6-3 м при $f' = 1,5-3$; 2,2-2,5 м при $f' = 4-6$; 1,5-2,1 м при $f' = 7-20$.

В смешанных забоях с предварительной выемкой угля или руды при подрывке породы глубину шпуров следует принимать равной 2,5-3 м.

На глубинах более 500 м на эффективность взрывных работ влияет зажим пород, обусловленный горным давлением. По данным практики рациональная глубина шпура в этих условиях 1,6-1,8 м.

При окончательном выборе глубины шпуров в горизонтальных и наклонных выработках следует учитывать устойчивость пород во избежание их обрушения при большом подвигании забоя за цикл.

Глубина шпуров при использовании наклонных врубов в забоях с одной открытой поверхностью зависит в основном от ширины выработки и должна удовлетворять условию:

$$L_{\text{вр}} \leq \frac{b - 0,2}{4 \lg \frac{\alpha}{2}}, \quad (4)$$

Т а б л и ц а 19

Средние значения глубины шпуров в угольных забоях

Площадь угольного забоя в проходке, м ²	Коэффициент крепости угля				
	2,2 и более	2,1-1,8	1,7-1,5	1,4-1,2	1,1 и менее
1,5-4,0	1,3-1,6	1,4-1,7	1,5-1,8	1,6-1,9	1,7-2,9
4,1-8,0	1,6-2,0	1,7-2,1	1,8-2,2	1,9-2,3	2,0-2,4
8,1-12,0	2,0-2,3	2,1-2,4	2,2-2,5	2,3-2,6	2,4-2,7
12,1-16,0	2,3-2,5	2,4-2,6	2,5-2,7	2,6-2,8	2,7-2,9
16,1-20,0	2,5-2,7	2,6-2,8	2,7-2,9	2,8-3,0	2,9-3,1

Т а б л и ц а 20

Средние значения глубины шпуров в пордных забоях

Площадь забоя в проходке, м ²	Коэффициент крепости пород				
	2-4	5-7	8-10	11-14	15-20
1,5-4,0	1,6-2,0	1,5-1,8	1,4-1,6	1,3-1,4	1,2-1,3
4,1-8,0	2,1-2,2	1,9-2,0	1,7-1,8	1,6-1,7	1,5-1,6
8,1-12,0	2,3-2,4	2,1-2,2	1,9-2,0	1,8-1,9	1,7-1,8
12,1-16,0	2,5-2,6	2,3-2,4	2,1-2,2	2,0-2,1	1,9-2,0
16,1-22,0	2,7-2,9	2,5-2,6	2,3-2,4	2,2-2,3	2,1-2,3

где α — угол наклона шпура к плоскости забоя, град; δ — ширина выработки в плоскости наклона шпуров, м.

Предельную глубину шпуров клянового или пирамидального врубов можно принимать с учетом данных табл. 21.

При определении суммарной длины шпуров в проходческом забое следует иметь в виду, что для шпуров, пробуренных перпендикулярно к плоскости забоя, длина равна глубине шпуров; в случае наклонных шпуров их длина определяется по формуле

$$l_d = \frac{l}{\sin \alpha} \quad (5)$$

В шахтах, опасных по газу и пыли, минимальная глубина шпуров по угля и породе должна составлять 0,6 м.

Т а б л и ц а 21
Глубина врубовых шпуров в наклонных врубах

Ширина выработки, м	Коэффициент крепости пород						
	2-6	6-8	8-10	10-13	13-16	16-18	18-20
2,0	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
2,5	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
3,0	2,1	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2
3,5	2,4	2,2	1,9	1,7	1,6	1,5	1,4
4,0	2,8	2,6	2,2	2,1	1,9	1,8	1,7
4,5	3,2	2,9	2,5	2,4	2,3	2,0	1,9
5,0	3,5	3,2	2,9	2,7	2,4	2,2	2,1

Подвигание забоя за цикл (длина заходки) определяется по формуле

$$l_{\text{зах}} = l \eta \quad (6)$$

Для горизонтальных и наклонных выработок, проводимых по неоднородным породам, Минуглепром СССР рекомендует величину подвигания забоя принимать в соответствии с данными табл. 22.

Коэффициент подрывки породы определяется по формуле

$$K_{\Pi} = \frac{S_{\Pi}}{S} \quad (7)$$

где S_{Π} - площадь забоя по породе, м^2 .

Если задано подвигание забоя за цикл, то глубину шпуров можно определять по формуле

$$l = \frac{l_{\text{зах}}}{\eta} \quad (8)$$

Величина подвигания забоя

Группа забоев	Коэффициент полноты породы K_{Π}	Подвигание забоя за шкел, м
I	Более 0,8	2-2,5
II	0,5-0,8	2,5-3
III	0,2-0,5	2,5-3
IV	Менее 0,2	3-3,5

§ 4. Определение удельного расхода ВВ

Удельный расход ВВ зависит от физико-механических свойств пород, площади поперечного сечения выработки и числа обнаженных поверхностей, свойств ВВ, способа и метода взрывания, глубины и диаметра шпуров, требуемой степени дробления породы и др.

Заниженная величина удельного расхода ВВ приводит к уменьшению η , ухудшению дробления породы и оконтуривания поперечного сечения; завышенный удельный расход ВВ увеличивает разброс породы, ухудшает устойчивость пород, оконтуривание выработки и др.

Величина удельного расхода для конкретных условий может быть рассчитана по эмпирическим зависимостям, из которых наиболее широко используется формула проф. М.М.Протодыконова:

$$q = 1,1e \sqrt{\frac{f}{S}}, \quad (9)$$

или

$$q = 0,4 \left(\sqrt{0,2f} + \frac{1}{\sqrt{S}} \right)^2,$$

где q - удельный расход ВВ, кг/м³; e - коэффициент относительной работоспособности, $e = \frac{25}{\rho}$, ρ - работоспособность ВВ, см³.

Значение коэффициента e принимается по табл. 23.

При проведении выработки по неоднородным породам, для которых удельные расходы соответственно равны q_1, q_2, q_3 , средневзвешенное значение определяется по формуле

$$q = \frac{q_1 m_1 + q_2 m_2 + q_3 m_3}{m_1 + m_2 + m_3}, \quad (10)$$

где m_1, m_2, m_3 — мощности соответствующих слоев (пластов) пород, м.

Т а б л и ц а 23

Значения переводного коэффициента для некоторых ВВ

ВВ	Фактическая работоспособность ВВ, см ³	Переводный коэффициент по работоспособности e
Аммонит № 6ЖВ	390—390	0,74
Аммонит водоустойчивый	410—430	0,80
Аммонит скальный № 1ЖВ	450—460	0,59
Аммонит скальный № 3ЖВ	450—470	0,61
Динафталит № 1	320—340	0,82
Детонит М	460—500	0,6
Аммонит 11ЖВ-20	265—280	1,0
Аммонит АП-5ЖВ	320—330	0,85
Победит ВП-4	320—340	0,83
Аммонит Т-18	270—280	1,0
Угленит Э-6	130—170	1,83
Угленит № 5	60—90	3,5

В табл. 24 и 25 даны ориентировочные значения удельного расхода для взрывания в забоях горизонтальных и наклонных выработок с одной обнаженной поверхностью по углю и породе соответственно при следующих условиях: глубина шпуров 1,5—1,9 м, работоспособность ВВ 280 см³, диаметр патронов 36 мм.

Т а б л и ц а 24

Примерные значения удельного расхода ВВ
для угольных забоев

Площадь угольного забоя в проходке, м ²	Коэффициент крепости угля					
	2,2 и более	2,1-1,8	1,7-1,5	1,4-1,2	1,1-1,0	0,8-0,6
1,5-4,0	1,45-1,2	1,3-1,1	1,2-1,0	1,1-0,9	1,0-0,8	0,9-0,65
4,1-8,0	1,2-1,05	1,1-0,95	1,0-0,85	0,9-0,75	0,8-0,65	0,65-0,50
9,1-14,0	1,05-0,95	0,95-0,85	0,85-0,75	0,75-0,75	0,65-0,55	0,5-0,4
14,1-12,0	0,95-0,85	0,85-0,80	0,75-0,65	0,65-0,55	0,55-0,45	0,4-0,3

Т а б л и ц а 25

Примерные значения удельного расхода ВВ
в породах забоя

Площадь породного забоя в проходке, м ²	Коэффициент крепости пород						
	2-3	4-5	6-8	9-11	12-14	15-17	18-20
1,5-4,0	3,0-2,1	3,2-2,3	3,4-2,5	3,5-2,7	3,8-2,9	4,0-3,1	4,3-3,3
5,0-10,0	2,1-1,7	2,3-1,85	2,4-2,0	2,7-2,15	2,9-2,3	3,1-2,5	3,4-2,7
11,0-15,0	1,7-1,15	1,8-1,65	2,0-1,75	2,1-1,9	2,3-2,05	2,5-2,2	2,8-2,35
16,0-22,0	1,4-1,15	1,6-1,25	1,7-1,71	1,9-1,55	2,1-1,7	2,2-1,15	2,5-2,0

Для других условий взрывания удельный расход принимают по табл. 24 и 25 с учетом поправочных коэффициентов

$$q = q_k K_e K_d e;$$

где K_e - коэффициент, учитывающий изменение удельного расхода в зависимости от глубины шпуров (табл. 26); K_d - коэффи-

Значения поправочного коэффициента

Коэффициент крепости по- рое	Площадь забоя в проходке, м ²									
	5-8	8-12	13-18	5-8	8-12	13-18	5-8	8-12	13-18	5-8
	Глубина шуров, м									
	2,0-2,3					2,4-2,7				
						2,8-3,1				
						3,2-3,5				
1,5-2	1,05	-	-	-	-	1,10	1,15	1,10	1,05	1,20
3-4	1,10	1,05	-	-	-	1,15	1,20	1,15	1,10	1,25
5-6	1,15	1,10	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,20	1,15	1,30
7-8	1,20	1,15	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,25	1,20	1,35
9-11	1,25	1,20	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,30	1,25	1,40
12-16	1,30	1,25	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,35	1,30	1,45

ент, учитывающий изменение удельного расхода в зависимости от диаметра патронов:

d , мм	28	32	36	40	45
K_d	1,1	1,04	1,0	0,98	0,9

Таблица 27

Примерные значения удельного расхода ВВ
при проведении стволов шахт

Площадь забоя ствола шахты в проходе, м ²	Коэффициент крепости пород						
	2-3	4-5	6-8	9-11	12-14	15-17	18-20
18-32	1,2-1,12	1,4-1,32	1,6-1,52	1,8-1,72	2,0-1,92	2,2-2,12	2,4-2,32
33-47	1,1-1,06	1,3-1,26	1,5-1,45	1,7-1,66	1,9-1,88	2,1-2,06	2,3-2,26
48-62	1,04-1,0	1,24-1,2	1,44-1,4	1,64-1,6	1,84-1,8	2,04-2,0	2,24-2,2
63-77	0,98-0,94	1,18-1,14	1,38-1,34	1,58-1,54	1,78-1,74	1,98-1,94	2,18-2,14

Табл. 27 составлена для следующих условий взрывания: глубина шпуров 1,5-2,5 м, ВВ - скальный аммонит № I в патронах диаметром 45 мм. При использовании скального аммонита в патронах 36 мм удельный расход ВВ следует увеличивать на 10 %.

Если глубина шпуров превышает 2,5 м, то удельный расход по табл. 27 увеличивают, вводя поправочный коэффициент K_e :

l , м	2,6	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
K_e	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	1,35

При проведении вертикальных стволов величину удельного расхода ВВ с учетом работоспособности ВВ можно принимать по табл. 28. Значения удельного расхода ВВ даны для глубины шпуров до 2,5 м. Если глубина шпуров превышает 2,5 м, то удельный расход ВВ для конкретных условий следует увеличить на величину коэффициента K_c .

Т а б л и ц а 28

Удельный расход ВВ

Коэффици- ент крепос- ти пород	Работоспособ- ность ВВ, см	Площадь забоя ствола шахты, м ²				
		22-28	28-34	36-46	50-58	62-74
1,3-2,0	250-295	1,30	1,23	1,14	1,07	1,00
	300-345	1,10	1,04	0,97	0,91	0,84
	350-395	0,94	0,88	0,82	0,77	0,71
	400 и более	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
3-4	250-295	1,47	1,40	1,30	1,23	1,14
	300-345	1,25	1,18	1,10	1,04	0,97
	350-395	1,06	1,00	0,94	0,88	0,82
	400 и более	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70
5-6	250-295	1,65	1,55	1,47	1,40	1,30
	300-345	1,40	1,32	1,25	1,18	1,10
	350-395	1,18	1,12	1,06	1,00	0,94
	400 и более	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80
7-8	250-295					
	300-345	1,67	1,53	1,46	1,36	1,32
	350-395	1,42	1,30	1,24	1,18	1,12
	400 и более	1,20	1,10	1,05	1,00	0,95
9-10	300-345	1,95	1,80	1,73	1,67	1,60
	350-395	1,65	1,53	1,47	1,42	1,35
	400 и более	1,40	1,30	1,25	1,20	1,15
11-12	300-345	2,24	2,10	2,02	1,95	1,90
	350-395	1,90	1,77	1,71	1,65	1,60
	400 и более	1,60	1,50	1,45	1,40	1,35
13-14	300-345	2,50	2,36	2,30	2,24	2,16
	350-395	2,12	2,00	1,95	1,90	1,83
	400 и более	1,80	1,70	1,65	1,60	1,55
15-17	300-345	2,78	2,64	2,58	2,50	2,42
	350-395	2,36	2,24	2,18	2,12	2,06
	400 и более	2,00	1,90	1,85	1,80	1,75
18-20	300-345	3,06	2,92	2,85	2,78	2,72
	350-395	2,60	2,48	2,42	2,36	2,30
	400 и более	2,20	2,10	2,05	2,00	1,95

Примерные значения удельного расхода ВД при наличии двух свободных поверхностей

Коэффициент кривизны	Работоспособность ВВ, см ³				
	150-185	200-245	250-295	300-345	350-400
1,0-3,5	0,70-0,80	0,60-0,70	0,50-0,60	0,40-0,50	0,35-0,45
4,0-7,0	0,85-0,90	0,75-0,90	0,65-0,70	0,55-0,60	0,45-0,55
8,0-12,0	0,95-1,00	0,85-0,90	0,75-0,80	0,65-0,70	0,60-0,65

В смешанных забоях с предварительной выемкой угля удельный расход для взрывания породного забоя можно определять по табл. 29.

§ 5. Определение числа шпуров в забое

В тех случаях, когда глубина шпуров или длина заходки еще не установлены, ориентировочно число шпуров на забой можно определить по формуле проф. М.М.Протодяконова:

$$N = 2,7 \sqrt{\rho S}. \quad (II)$$

Если глубина шпуров или длина заходки даны, то в практике взрывных работ широко используется способ определения числа шпуров, основанный на делении общей массы ВВ на одну заходку на среднюю массу заряда в шпуре:

$$N = \frac{Q_{\text{зах}}}{Q_{\text{ш}}}. \quad (I2)$$

Массу ВВ на заходку определяют по формуле

$$Q_{\text{зах}} = q l_{\text{зах}} S = S l_{\text{отб}} \eta q, \quad (I3)$$

где $l_{\text{отб}}$ — глубина отбойного шпура, м.

Средняя масса заряда в шпуре:

для патронированных ВВ

$$Q_{\text{ш}} = \frac{l_{\text{отб}} K_{\text{зап}} C_{\text{п}}}{l_{\text{п}}}, \quad (I4)$$

при механизированном зарядании порошкообразными и гранулированными ВВ или при зарядании с уплотнением ВВ в шпуре путем раздавливания патронов

$$Q_{\text{ш}} = 1,65 l_{\text{отб}} d^2 \Delta K_{\text{зап}}, \quad (I5)$$

где $l_{отб}$ - глубина отбойного шпура, м; $K_{зап}$ - коэффициент заполнения шпура - отношение длины заряда к общей длине шпура; $G_{п}$ - масса ВВ в патроне, кг; $l_{п}$ - длина патрона, м; d - средний диаметр шпура, мм; Δ - плотность ВВ в заряде, кг/дм³, при ручном заряджании $\Delta = 0,9$ кг/дм³, при механическом - $\Delta = 1-1,5$ кг/дм³.

Среднее значение $K_{зап}$ при применении клиновых и пирамидальных врубов при глубине шпуров до 2,5 м и диаметре патронов 36 мм принимают равным 0,4-0,5; если глубина шпуров более 2,5 м, диаметр менее 36 мм, то $K_{зап} = 0,6-0,65$.

При применении прямых врубов $K_{зап} = 0,7-0,8$. Если используется ВВ в патронах диаметром 45 мм, то $K_{зап} = 0,4-0,5$ при плотности патронирования 1,4-1,5 кг/дм³ и $K_{зап} = 0,5-0,6$ при плотности 1,05-1,25 кг/дм³.

В забоях угольных шахт коэффициент заполнения при взрывании по угля ВВ с работоспособностью 250-295 см³ принимается по табл. 30, а при взрывании по породе ВВ с работоспособностью 280-340 см³ по табл. 31.

Число шпуров на забой с одной плоскостью обнажения при проведении горизонтальных и наклонных выработок сплошным забоем и взрывании ВВ с работоспособностью ВВ 280-340 см³ в патронах диаметром 32-36 мм можно определить по табл. 32 и 33.

Если для взрывания используются ВВ с большей работоспособностью, то число шпуров следует уменьшать, используя коэффициент K_e :

Работоспособность ВВ, см ³	300-320	400-440	450 и более
K_e	1,05-1,1	1,15-1,2	1,25-1,3

В табл. 34 приведено число шпуров на 1 м² площади забоя вертикальных стволов, проводимых сплошным забоем с использованием скального аммонита № I в патронах диаметром 45 мм.

Если для взрывания используются ВВ в патронах диаметром 36-37 мм, то число шпуров на забой следует увеличивать на 10 %.

Т а б л и ц а 30

Коэффициент заполнения шпура при взрывании угля

Диаметр патрона, мм	Коэффициент крепости угля				
	0,8-0,8	1,0-1,3	1,4-1,7	1,8-2,1	2,2-2,5
36	0,34-0,38	0,37-0,39	0,40-0,42	0,43-0,45	0,46-0,48
32	0,43-0,45	0,46-0,48	0,48-0,51	0,52-0,54	0,55-0,58

Т а б л и ц а 31

Коэффициент заполнения шпура при взрывании породы

Диаметр патрона, мм	Коэффициент крепости породы				
	2-4	5-7	8-10	11-13	14-18
36	0,40-0,44	0,45-0,48	0,48-0,52	0,53-0,56	0,57-0,62
32	0,50-0,53	0,54-0,58	0,5-0,62	0,63-0,66	0,67-0,73

Т а б л и ц а 32

Примерное число шпуров в угольных забоях

Площадь угольного забоя к проходке, м ²	Коэффициент крепости угля				
	0,6-0,8	1,0-1,3	1,4-1,7	1,8-2,1	2,2 и более
2,0-4,0	7-11	9-13	10-14	11-15	12-16
1,1-8,0	12-19	14-21	15-22	16-23	17-24
8,1-12,0	20-27	22-29	23-30	24-31	25-32
12,1-16,0	28-35	30-37	31-38	32-39	33-40
16,1-19,0	36-39	33-41	39-42	40-43	41-44

Т а б л и ц а 33

Примерное число шпуров в породных забоях

Площадь породного забоя в проходке, м ²	Коэффициент крепости пород						
	2-3	4-5	6-8	8-11	12-14	15-17	18-20
2-4	9-10	11-18	13-20	15-22	17-24	19-26	21-28
5-8	17-20	19-24	21-30	23-32	25-34	27-36	29-38
10-14	27-36	29-33	31-40	33-42	35-44	37-46	39-48
15-19	37-46	39-48	41-50	43-52	45-54	47-56	49-54
20-24	47-56	49-58	51-60	53-62	55-64	57-66	59-68

Примерное число шпуров на 1 м² площади забоя ствола шахты

Площадь забоя ствола шахты в проходе, м ²	Коэффициент крепости пород						
	2-3	4-5	6-8	9-11	12-14	15-17	18-20
18-27	1,28-1,2	1,32-1,26	1,38-1,32	1,42-1,38	1,5-1,44	1,56-1,5	1,62-1,56
28-37	1,14-1,10	1,2-1,16	1,26-1,22	1,32-1,28	1,36-1,34	1,44-1,40	1,5-1,46
38-52	1,06-1,02	1,12-1,08	1,18-1,14	1,24-1,20	1,3-1,26	1,36-1,32	1,42-1,38
53-67	1,0-0,96	1,06-1,02	1,12-1,08	1,18-1,14	1,24-1,20	1,3-1,26	1,36-1,32
68-77	0,94-0,92	1,0-0,98	1,06-1,04	1,12-1,0	1,18-1,16	1,24-1,28	1,3-1,24

Примерное число шпуров в смешанных забоях

Площадь забоя подрываемой породы в про- ходке, м ²	Коэффициент крепости пород					
	1,5-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18
2-4	3-6	4-8	5-9	6-9	7-10	8-11
5-9	6-13	7-14	8-15	9-16	10-17	11-18
10-15	14-15	15-26	16-17	17-28	18-29	19-30
16-20	26-35	27-36	28-37	29-38	30-39	31-40

В смешанных забоях с предварительной выемкой угля число шпуров на площадь подрываемой породы можно принимать по табл. 35.

§ 6. Выбор типа вруба

От глубины и размеров врубовой полости зависит величина подвигания забоя за цикл. Поэтому при проведении выработок необходимо применять врубы, обеспечивающие максимальное подвигание забоя за цикл при минимальных затратах труда, времени и материалов.

Известные конструкции врубов разделяют на три группы: наклонные врубы, образуемые шпурами, пробуренными под углом к оси выработки; прямые врубы, образуемые шпурами, пробуренными параллельно оси выработки; комбинированные врубы.

По конструкции наклонные врубы делят на многосторонние (пирамидальный, клиновые, воронкообразный и др.) и односторонние (нижний, верхний, веерный).

Пирамидальный вруб (рис. I) состоит из нескольких (4-8) шпуров, сходящихся к общему центру. Применяется в крепких монолитных и вязких породах, чаще в вертикальных стволах и

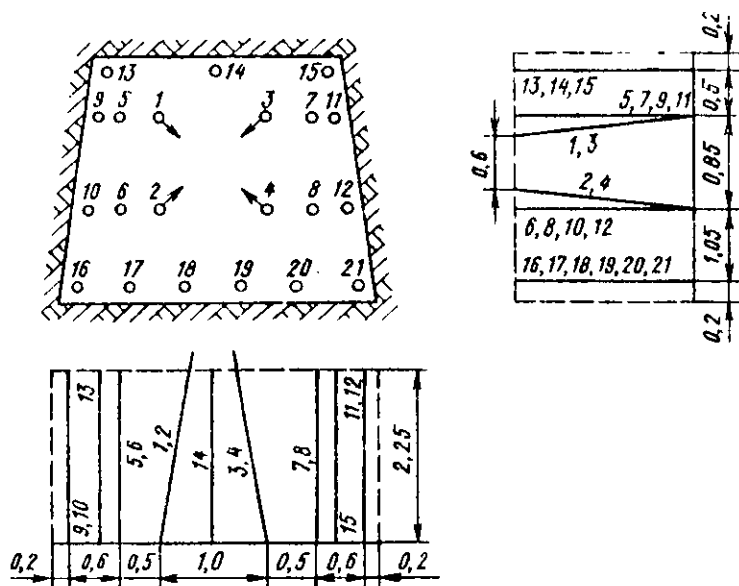


Рис. 1. Схема расположения шпуров с пирамидальным врубом
1, 2, 9, 4 – врубные шпур

восстающих выработках. Рациональная длина заходки 1,5–2,0 м.
Глубина врубных шпуров 1,8–2,6 м (табл. 36).

Т а б л и ц а 36

Параметры пирамидальных врубов

Коэффициент крепости пород	Расстояние между устьями врубных шпуров, м	Угол наклона шпуров, град
2–6	1,0–1,1	70
6–10	0,8–0,8	65
10–16	0,7–0,8	60
16–20	0,5–0,4	55

Эффективность пирамидального вруба определяется точностью бурения шпуров, обеспечивающей их сходимость в вершине пирамиды.

Вертикальный клиновой вруб (рис. 2) состоит из нескольких (двух-шести) пар сходящихся встречных шпуров. Применяется в выработках с площадью поперечного сечения не менее 6 м^2 в породах любой крепости, чаще в породах с вертикальной слоистостью или трещиноватостью.

Рациональная длина заходки $1,5-2,2 \text{ м}$. Глубина врубовых шпуров $1,8-2,6 \text{ м}$.

Горизонтальный клиновой вруб (рис. 3) по конструкции аналогичен вертикальному клиновому и применяется в породах любой крепости с горизонтальной слоистостью или трещиноватостью. Рациональная длина заходки $1,5-2,0 \text{ м}$. Глубина врубовых шпуров $1,8-2,6 \text{ м}$.

Расстояние между устьями и угол наклона шпуров в клиновых врубах ориентировочно можно принимать по табл. 36. При этом следует учитывать, что при использовании предохранительных ВВ во избежание отказов и выгорании из-за переуплотнения ВВ кратчайшее расстояние между заряжаемыми частями шпуров должно быть не менее: $0,6 \text{ м}$ при взрывании по углу; $0,45 \text{ м}$ при взрывании по породе с коэффициентом крепости $f < 7$; $0,30 \text{ м}$ при взрывании по породе с коэффициентом крепости $f \leq 7$; $0,5 \text{ м}$ при взрывании по сланцу; $0,3 \text{ м}$ при взрывании по слоям сланца, разделенным прослойками известняка.

Верхний вруб (рис. 4) состоит из ряда шпуров, пробуренных под углом с кровлей выработки. Применяется в выработках с площадью поперечного сечения более 4 м^2 в слоистых или трещиноватых породах средней крепости при падении слоев (трещин) от забоя. Рациональная длина заходки $1,8-2,0 \text{ м}$. Глубина врубовых шпуров $2,0-2,3 \text{ м}$, угол наклона к плоскости забоя $60-70^\circ$.

Аналогично выглядит нижний вруб, состоящий из шпуров, пробуренных под углом к почве выработки. Применяется в породах средней крепости при падении слоев (трещин) на забой. Рациональная длина заходки $1,8-2,0 \text{ м}$. Глубина врубовых шпуров $2,0-2,3 \text{ м}$, угол наклона $50-70^\circ$.

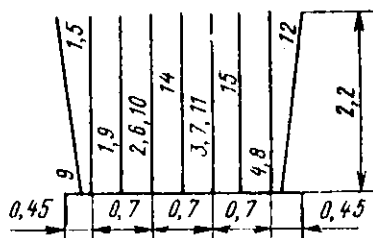
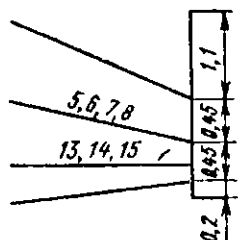
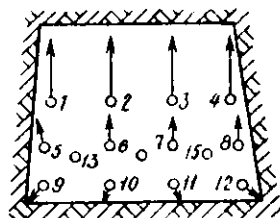


Рис. 4. Схема расположения шпуров с верхним врубом
1, 2, 3, 4 – пробовые шпур

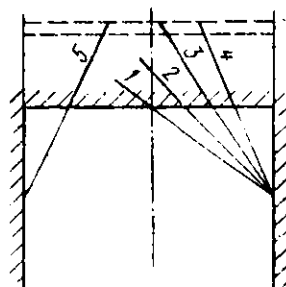
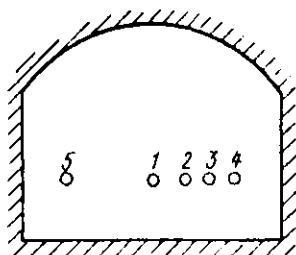


Рис. 5. Схема верхнего вруба

Веерный вруб (рис. 5) состоит из ряда шпуров, угол наклона и глубина которых постепенно увеличиваются. Применяется в неоднородных породах средней крепости. Врубные шпурь располагают в пластах (слоях) небольшой крепости (соль, уголь). В зависимости от мощности пласта (слоя) вруб может состоять из одного-трех рядов шпуров. Рациональная длина заходки 1,8–2,0 м. Максимальная глубина врубных шпуров 2,3 м.

Встречный веерный вруб (рис. 6), состоящий из двух вееров, развернутых от оси выработки к стенкам, применяют при проведении выработок шириной более 4,5 м в породах с крепостью выше средней.

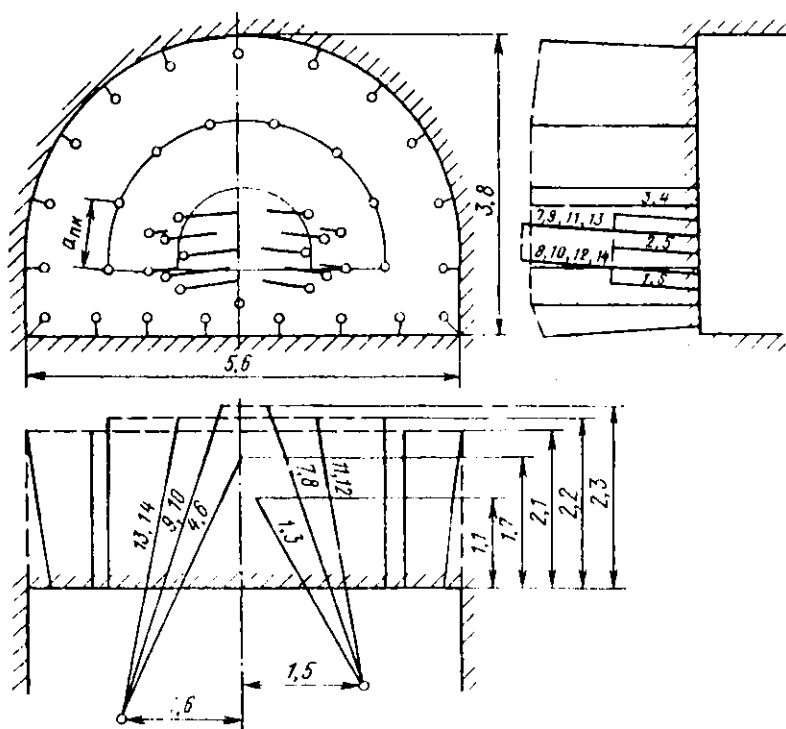


Рис. 6. Схема расположения шпуров в встречном веерном врубном

Число шпуров во врубе, их глубину и углы наклона определяют опытным путем.

Воронкообразный вруб (рис. 7) состоит из 5–8 шпуров, расположенных по окружности и пробуренных под углом $60\text{--}80^\circ$ к оси выработки. Применяется при проведении вертикальных стволов в породах любой крепости монолитных или с горизонтальным и полем напластованием. Для улучшения дробления и уменьшения выброса породы при взрывании воронкообразного вруба в центре забоя бурят вертикальный шпур глубиной, составляющей 0,7 глубины врубовых шпуров.

Двойной клиновой вруб (рис. 8) применяется в породах средней крепости для увеличения длины заходки до 3,0–3,5 м.

Шпуры вспомогательного вруба (внутренняя пара) бурят под углом $50\text{--}60^\circ$. Глубину этих шпуров принимают в пределах 0,4–0,6 глубины шпуров основного вруба. Шпуры двойного клинового вруба взрывают в два приема.

Основным достоинством наклонных врубов является возможность использования структурных особенностей породы (слоистости, кливажа, плоскостей контактов и др.) для увеличения размеров врубовой полости.

Из недостатков следует иметь в виду зависимость глубины шпуров от ширины (или высоты) выработки, сложность задания принятого угла наклона шпуров (особенно при бурении ручными перфораторами), большой разброс породы, что снижает производительность погрузочных машин и др.

Прямые врубы по конструкции делят на призматические, щелевые, спиральные, ярусные, секционно-призматические и др.

Особенностями прямых врубов является наличие в комплекте врубовых шпуров незаряжаемых шпуров, которые создают дополнительные плоскости обнажения и способствуют нарушению связей между частицами породы, что в целом улучшает эффективность взрывания.

Призматический вруб (рис. 9) состоит из 3–8 склепанных шпуров, пробуренных параллельно оси выработки в центре забоя.

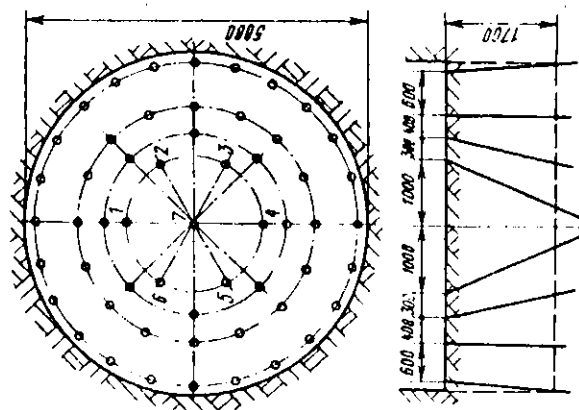


Рис.7. Схема расположения штуров с коронкообразным врубом
1, 2, 3, 4, 5, 6 – врубовые штуры

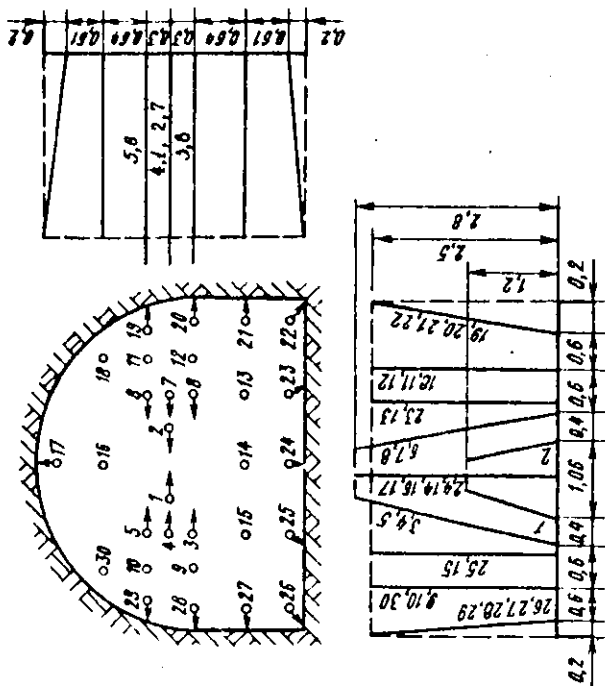


Рис.8. Схема расположения штуров с двойным клиновидным врубом
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 – врубовые штуры

Применяется в породах средней крепости и крепких в выработках с площадью поперечного сечения более 4 м^2 .

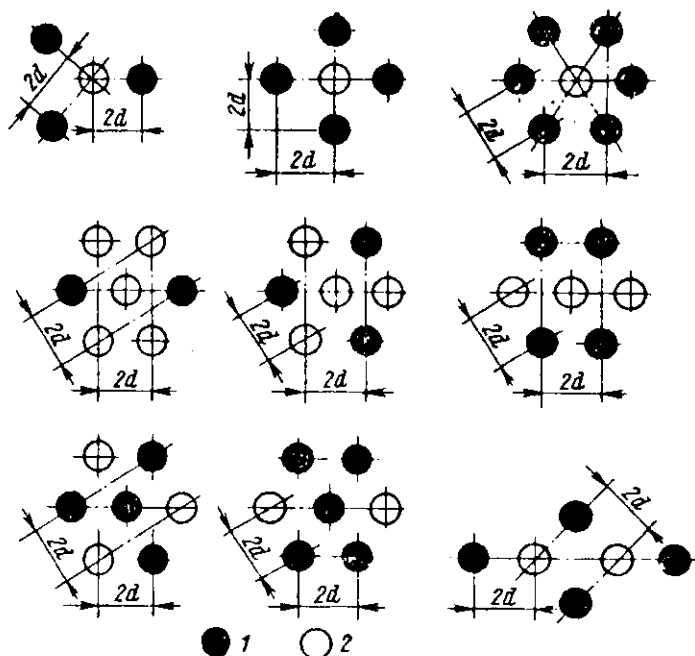


Рис. 9. Варианты призматических врубов
1 - заряжаемые шпур; 2 - незаряжаемые шпур

Глубина шпура 2,5-4,0 м. Расстояние между шпурами принимают в пределах двух-трех диаметров шпура.

Число врубовых шпуров зависит от заданной глубины шпуров, свойств и крепости пород. При коэффициенте крепости пород, равном 2-4; 6-10; 10-16; 16-20, число шпуров во врубе соответственно равно 5; 6; 7; 8.

Щелевой вруб (рис. 10) состоит из шпуров, пробуренных по вертикали или горизонтали в один-два ряда. Применяется в выработках любого сечения в породах средней крепости и крепких.

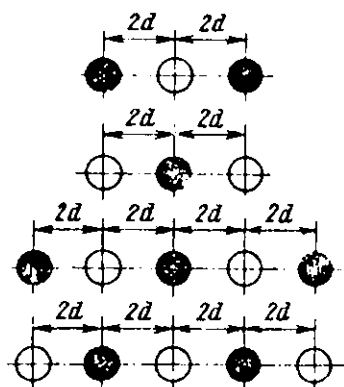


Рис. 10. Варианты щелевых врубов

Глубина шпуров 2,5–4,0 м.

Расстояние между шпурами в ряду равно двум–трем диаметрам. Шпуры заряжаются через один и взрываются одновременно.

Для улучшения выброса породы из врубовой полости центральный шпур в ряду обычно бурят на 0,3–0,6 м длиннее остальных шпуров и помещают в него заряд массой 0,3–0,6 кг. Взрывают этот шпур с замедлением 25–50 мс.

Рациональная длина щели 0,8–1,1 м. Отбойные шпуры бурят с обеих сторон щели на расстояни-

ях, не превышающих 0,9 длины щели.

Спиральный призматический вруб (рис. 11) состоит из 5–7 параллельных шпуров одинаковой глубины, расположенных по спирали вокруг центральной незаряженной скважины или шпура. Вруб применяется в монолитных крепких и вязких породах с напластованием, параллельным забою.

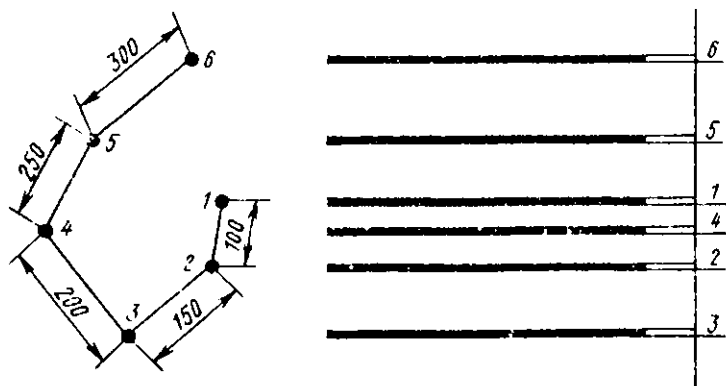


Рис. 11. Схема спирального призматического вруба

Глубина шпуров 2,0–3,0 м. Расстояние между шпурами по спирали постепенно увеличивается на 0,1–0,5 м. Шпуры взрываются последовательно.

Спирально-шагающий вруб (рис. 12) состоит из 4–8 параллельных, расположенных по спирали шпуров, глубина которых, начиная с первого, постепенно увеличивается с 0,9 до 2,7 м. Шпуры взрываются последовательно. Применяется в крепких породах.

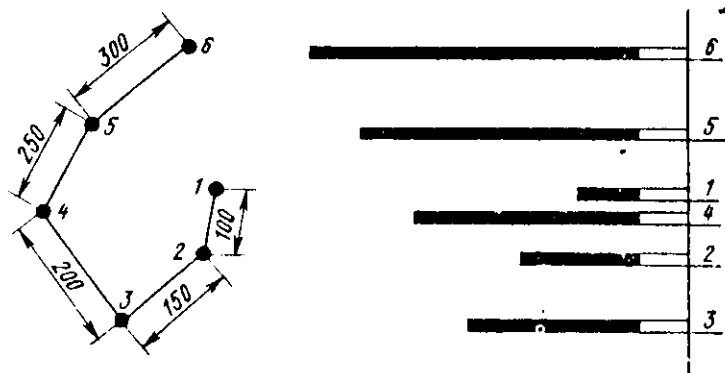


Рис. 12. Схема спирально-шагающего вруба

Ярусный вруб (рис. 13) состоит из параллельных шпуров одинаковой длины, расположенных в вершинах квадратов, повернутых относительно друг друга на 45° .

Вруб применяется в породах средней крепости при проведении выработок длинными заходками до 3–4 м.

Заряды в шпурах располагают в 2–3 яруса и разделяют их забойкой длиной 0,3 м. В шахтах, опасных по газу и пыли, допускается не более двух ярусов при длине промежуточной забойки не менее 0,6 м.

Взрывание шпуров производится с помощью ЭДКЗ и ЭДЗд с пропуском одной ступени в следующем порядке: 1) первый ярус шпуров внутреннего квадрата; 2) первый ярус шпуров наружного квадрата; 3) второй ярус шпуров внутреннего квадрата; 4) второй ярус шпуров наружного квадрата и т.д.

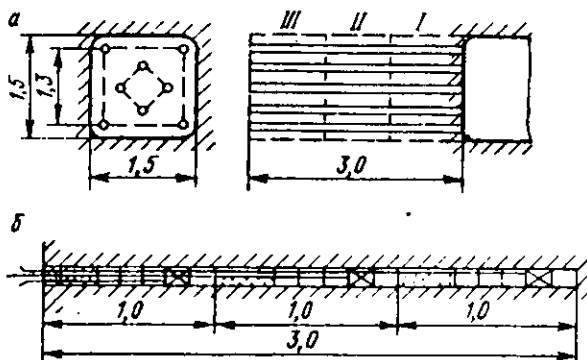


Рис. 13. Схема ярусного вруба:
а - расположение шпуров (скважин); б - конструкция заряда

Вруб с двойной запрессовкой (рис. 14) состоит из шести параллельных шпуров, пробуренных по окружности, и одного центрального шпура для запрессовки. Применяется для получения врубовых полостей глубиной более 2,5 м.

Глубина вспомогательного шпу-

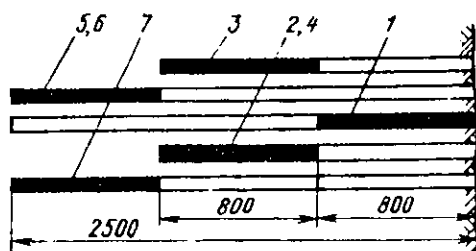
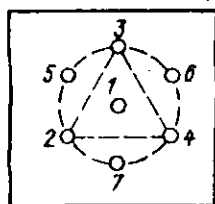


Рис. 14. Вариант ярусного вруба с двойной запрессовкой

ра 3 м, остальных 2 и 3 м. Заряды в шпурах размещаются по ярусам: первый ярус во вспомогательном шпуре, второй в шпурах 2, 3, 4 и третий в шпурах 5, 6, 7.

Взрывание шпуров вруба производят с помощью ЭДКЗ. Заряд во вспомогательном шпуре взрывают мгновенно. При взрывании образуется полость и запрессовываются устья шпуров второго и третьего ярусов. Взрыв зарядов второго яруса расширяет врубовую полость и дополнительно запрессовывает заряды третьего яруса.

После взрывания в забое образуется врубовая полость на глубину заложения зарядов третьего яруса.

Секционно-призматический вруб (рис. 15) состоит из шестнадцати параллельных шпуров, расположенных в вершинах четырех квадратов, повернутых относительно друг друга на 45° (табл. 37). Применяется в породах различной крепости.

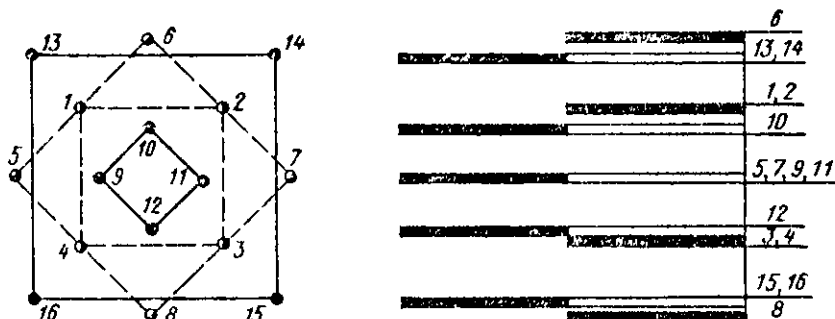


Рис. 15. Схема секционно-призматического вруба

Т а б л и ц а 37

Параметры вруба

Номер квадрата	Размеры сторон квадрата, мм	Номер шпура	Глубина шпуров, м	Очередность взрывания
1	300-400	9-12	3,8-4,2	3
2	530-600	1-4	2,0-2,2	1
3	750-800	5-8	2,0-2,2	2
4	850-1000	13-16	3,8-4,2	4

Все шпуры вруба заряжаются зарядами длиной 1,8-2,0 м. При разной глубине шпуров это обеспечивает смещение зарядов в глубоких шпурах относительно зарядов в коротких шпурах на 0,15-0,20 м, что позволяет исключить подрыв зарядов одних шпуров при взрыве зарядов в других шпурах.

Вруб применяется в тех же условиях, что и ярусный, но отличается простотой заряжания, так как заряды первого и второго ярусов размещаются в разных шпурах.

Достоинствами прямых врубов являются: независимость глубины шпуров от площади поперечного сечения выработки, что позволяет использовать шпуры глубиной до 4 м, простота расположения шпуров; компактный развал породы.

Недостатками прямых врубов являются: необходимость высокой точности бурения шпуров, при несоблюдении которой из-за запрессовки ВВ возможны отказы, неполный выброс породы из врубовой полости, необходимость бурения незаряженных шпуров и др.

Из комбинированных врубов наиболее перспективными являются врубы с врубовыми скважинами.

Прямой вруб со скважиной состоит из восьми шпуров, расположенных в вершинах квадратов, повернутых относительно друг друга на 45° , и центральной незаряжаемой скважины диаметром 105–125 мм. Расстояние между шпурами определяется опытным путем. Следует учитывать, что лучшие результаты были получены для пород с коэффициентом крепости $f = 6-8$ при расстоянии между шпурами внутреннего квадрата 0,25–0,30 м и для пород с $f = 3-5$ при расстоянии 0,35–0,40 м. Глубина шпуров соответственно равнялась 2,5 и 3,0 м.

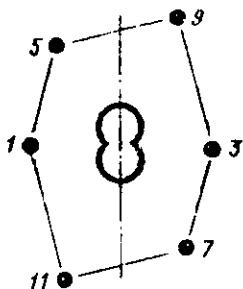


Рис. 16. Схема вруба "Коромант"

В зарубежной практике при проведении выработок в крепких и весьма крепких породах успешно используют вруб "Коромант" (рис. 16), включающий два центральных незаряжаемых шпура диаметром 54–58 мм. Применение вруба позволяет при глубине шпуров 3,2 м получить подвигание забоя за цикл до 3,1 м.

Клиновой вруб с центральной заряжаемой скважиной (рис. 17) применяется в вязких породах средней крепости.

Глубина врубовых шпуров 3,7 м. Длина скважины 4,5 м, диаметр 130 мм. Масса заряда в скважине 4–6 кг.

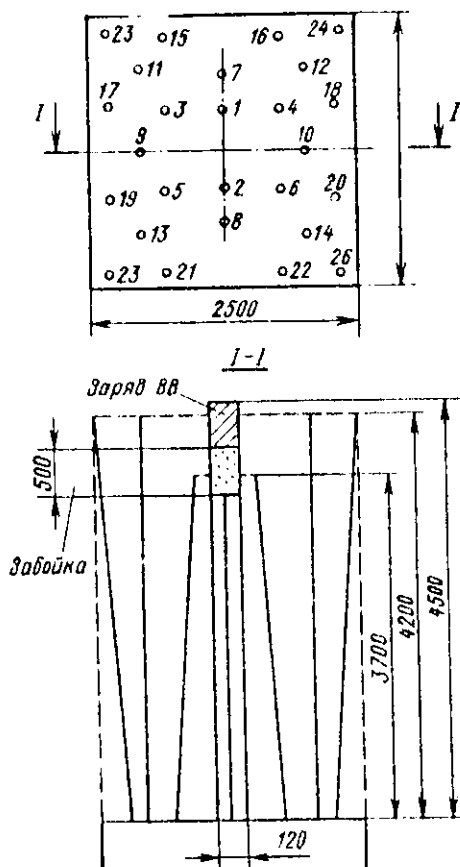


Рис. 17. Схема расположения шпуров с центральной заряжаемой скважиной
1, 2, 3, 4, 5, 6 — врубные шпуры

В результате взрыва-
ния образуется врубная
полость глубиной до 6 м.
Подвигание забоя за цикл
достигает 4 м.

§ 7. Расчет параметров буровзрывных работ при проведении выработок

Параметры буровзрыв-
ных работ рассчитываются
в следующей последователь-
ности:

1. В соответствии с
горнотехническими услови-
ями (крепость и обводнен-
ность пород, категория
шахты или рудника по газу
и пыли) выбирают ВВ и СВ.

2. В зависимости от
площади поперечного сече-
ния выработки, крепости
пород, организации работ
и средств механизации ус-
танавливают глубину шпу-
ров, величину η и длину
заходки.

3. Рассчитывают по
формулам или принимают по соответствующим таблицам величину
удельного расхода и число шпуров на забой, рассчитывают общую
массу ВВ на забой и среднюю массу заряда в шпуре:

$$Q_{\text{зах}} = q S l_{\text{отб}} \eta; \quad (16)$$

$$Q_{\text{ш}} = \frac{Q_{\text{зах}}}{N}. \quad (17)$$

4. В соответствии с крепостью породы и ее структурными особенностями, размерами и формой поперечного сечения выработки, длиной заходки выбирают схему вруба и составляют схему расположения шпуров.

Расстояние от устья оконтуривающих шпуров до стенки выработки $a_{\text{ок}}$ принимают в пределах 0,1–0,25 м или определяют по формуле

$$a_{\text{ок}} = l_{\text{зах}} \cos \alpha_1, \quad (18)$$

где $l_{\text{зах}}$ – величина продвижения забоя, м; α_1 – угол наклона оконтуривающих шпуров, $\alpha_1 = 85\text{--}87^\circ$.

Концы оконтуривающих шпуров должны выходить за проектный контур выработки при коэффициенте крепости породы $f \leq 10$. Если $f > 10$, то концы шпуров должны выступать за контур на 0,05–0,10 м.

Расстояние между устьями оконтуривающих шпуров, если известно число шпуров, для выработок некруглого сечения может быть определено по формуле

$$a_{\text{ок}} = \frac{4 \sqrt{S}}{N_{\text{ок}}}, \quad (19)$$

где $N_{\text{ок}}$ – число оконтуривающих шпуров.

Распределить общее число шпуров на забой N по группам (врубные, отбойные, оконтуривающие) при использовании наклонных врубов можно на основании соотношений:

$$N_{\text{вр}} : N_{\text{отб}} : N_{\text{ок}} = 1 : x : y. \quad (20)$$

Наиболее распространены соотношения: 1:0,5:2; 1:1,5:2. Обозначив сумму $1 + x + y$ через z , можно найти зависимости для определения числа шпуров в каждой группе:

Таблица 39

Величина линии наименьшего сопротивления
для проходческих забоев

Коэффициент крепости	Работоспособность ВВ, г/м			
	250-295	300-345	350-395	400 и более
1-1,5	0,76-0,86	0,88-0,96	1,0-1,1	1,15-1,2
1,6-2	0,72-0,8	0,82-0,9	0,92-0,96	1,0-1,1
3-4	0,66-0,7	0,72-0,8	0,82-0,9	0,92-1,0
5-6	0,60-0,66	0,66-0,7	0,72-0,8	0,82-0,9
7-8	0,52-0,58	0,6-0,65	0,66-0,7	0,72-0,8
9-11	0,45-0,5	0,52-0,58	0,6-0,64	0,66-0,7
12-14	0,4-0,44	0,45-0,5	0,52-0,58	0,6-0,64
15-18	0,36-0,4	0,42-0,44	0,45-0,5	0,52-0,6

$$N_{\text{вр}} = \frac{N}{z}; \quad N_{\text{стб}} = \frac{Nx}{z}; \quad N_{\text{ок}} = \frac{Ny}{z}. \quad (21)$$

В практике взрывных работ, как правило, число врубовых шпуров принимают в соответствии с принятой схемой вруба, а остальные шпуры распределяют по плоскости забоя равномерно с учетом данных табл.38 (для патронов диаметром 36 мм).

Если для взрывания используются патроны ВВ диаметра 32 мм, то табличное значение линии наименьшего сопротивления необходимо уменьшить на 10 %, а при диаметре 46 мм увеличить на 20 %.

В забоях выработок круглого сечения (вертикальные стволы, шурфы) шпуры располагают по концентрическим окружностям.

Врубовые шпуры размещают на первой от центра окружности, радиус которой определяют по формуле

$$r_{\text{вр}} = (0,3 \quad 0,4) R, \quad (22)$$

где R — радиус выработки в проходке, м.

Радиус окружности оконтуривающих шпуров определяют по формуле

$$r_1 = R - c, \quad (23)$$

где c — расстояние между окружностью оконтуривающих шпуров и стенкой выработки, $c = 0,15-0,25$ м.

Число промежуточных окружностей (между окружностями оконтуривающих и врубовых шпуров) определяют по формуле

$$n_{\text{пр}} = \frac{R - (r_{\text{вр}} + c)}{\Delta \rho} - 1, \quad (24)$$

где $n_{\text{пр}}$ — число промежуточных окружностей; $\Delta \rho$ — расстояние между окружностями, при диаметре патрона 45 мм и более $\Delta \rho = 1,0-1,3$ м.

Радиусы промежуточных окружностей определяются по формулам

$$r_2 = r_1 + \Delta \rho, \quad (25)$$

$$r_3 = r_2 + \Delta \rho, \quad (26)$$

$$r_4 = r_3 + \Delta \rho, \quad (27)$$

где r_2, r_3, r_4 — радиусы промежуточных окружностей в порядке расположения после окружности оконтуривающих шпуров, м.

Расстояние между шпурами по окружности α_1 определяют по формуле

$$\alpha_1 = \frac{2\pi(r_{\text{вр}} + r_1 + r_2 + \dots)}{N} \quad (28)$$

Число шпуров, расположенных на каждой окружности, определяют по формулам

$$N_{\text{вр}} = \frac{2\pi r_{\text{вр}}}{\alpha_1}; \quad N_1 = \frac{2\pi r_1}{\alpha_1}, \quad N_2 = \frac{2\pi r_2}{\alpha_1} \quad (29)$$

Для ориентировочных расчетов схемы расположения шпуров в стволах при взрывании скальным аммонитом № I в патронах диаметром 45 мм можно использовать данные табл. 39.

Т а б л и ц а 39

Параметры шпуровых зарядов ВВ в забоях стволов шахт

Параметры	Коэффициент крепости пород				
	1-3	4-6	7-9	10-12	13-16
Число окружностей расположения шпуров при одноступенчатых врубах в зависимости от диаметра ствола, мм					
3,5-4,5	2	2	2-3	3-4	3-4
5,0-6,5	3	3	3-4	4-5	4-5
7,0-8,5	3-4	3-4	4-5	4-5	5-6
9,0-10	4-5	4-5	5-6	5-6	6-7
Число шпуров во врубовой окружности	4-5	4-6	5-7	6-8	7-9
Диаметр окружностей врубовых шпуров, мм:					
при наклонных шпурах	1,8-2,2	2-2,3	2-2,5	2,2-2,6	2,2-2,8
при прямых врубах	1,8-2	1,8-1,8	1,4-1,6	1,3-1,5	1,2-1,3
Рекомендуемая глубина шпуров, м	3-2	3-3	3-2	2-1,5	2-1,5
Расстояние между шпурами, м	0,8-1,4	0,8-1,2	0,75-1,1	0,7-1,1	0,7-1
Глубина врубовых шпуров, м					
при двухступенчатых врубах в первой ступени	2,4-2,8	2,4-2,8	2,1-2,6	2,1-2,2	1,8-2
во второй ступени	4,5-5	4,5-5	4-4,5	4-4,2	3,5-4
при трехступенчатых врубах в первой ступени	1,4-1,6	1,4-1,6	1,3-1,5	1,3-1,5	1,2-1,3
во второй ступени	2,5-2,7	2,5-2,7	2,4-2,6	2,4-2,6	2-2,2
в третьей ступени	4,5-5	4,5-5	4-4,5	4-4,5	3,8-4

5. Уточняют массу заряда ВВ в шпурах.

Массу заряда в отбойных шпурах $Q_{отб}$ принимают равной средней массе заряда $Q_{ш}$, массу заряда во врубовых шпурах увеличивают на 10-20 %.

При использовании патронированных ВВ следует учитывать, что заряд в шпуре должен состоять из целого числа патронов, поэтому величину заряда округляют до числа, кратного массе патрона.

В связи с округлением массы зарядов может измениться общая масса ВВ на заходку.

Уточнение расхода ВВ на заходку производят по формуле

$$Q'_{\text{зах}} = N_{\text{вр}} q_{\text{вр}} + N_{\text{отб}} q_{\text{отб}} + N_{\text{ок}} q_{\text{ок}}. \quad (30)$$

6. Проверяют величину заряда по условиям вместимости шпура, руководствуясь формулами (14)–(15).

7. Определяют величину забойки, применение которой обязательно в шахтах, опасных по газу и пыли.

В соответствии с Едиными правилами безопасности при взрывных работах [1] при взрывании по углю и породе длина забойки должна быть равна: при длине шпура от 0,6 до 1,0 м – половине длины шпура; при длине шпура более 1,0 м – не менее 0,5 м.

8. В заключение определяют:

Фактический удельный расход ВВ на 1 м³

$$q' = \frac{Q'_{\text{зах}}}{S l_{\text{отб}} \eta}. \quad (31)$$

Расход ВВ на 1 м выработки

$$q_{\text{ц}} = \frac{Q'_{\text{зах}}}{l_{\text{отб}} \eta}. \quad (32)$$

Расход ЭД или КД на 1 м³ взорванного объема породы или угля

$$N_{\text{д}} = \frac{N}{S l_{\text{отб}} \eta}. \quad (33)$$

и на 1 м подвигания забоя

$$N'_{\text{д}} = \frac{N}{S l_{\text{отб}} \eta}. \quad (34)$$

Количество шпурометров:
на цикл

$$L = N_{\text{вр}} l_{\text{вр}} + N_{\text{отб}} l_{\text{отб}} + N_{\text{ок}} l_{\text{ок}}, \quad (35)$$

на 1 м подвигания забоя

$$L_1 = \frac{l}{l_{\text{зах}}}, \quad (36)$$

на 1 м³ взорванного объема породы или угля

$$L_2 = \frac{L}{S l_{\text{отб}} \eta}. \quad (37)$$

В случае применения огневого или электроогневого взрывания необходимо также определить расход ОШ, зажигательных или электрозажигательных патронов.

§ 8. Особенности расчета параметров буровзрывных работ при контурном взрывании

Контурным (шапющим) взрыванием называют метод взрывных работ, позволяющий получить относительно ровные поверхности выработки с минимальным нарушением сплошных боковых пород.

Методы контурного взрывания, применяемые при проведении выработок, принято делить на две группы: контурное взрывание с предварительным оконтуриванием (образованием щели по контуру выработки); контурное взрывание с последующим оконтуриванием.

В первой группе различают предварительное оконтуривание (целеобразование) механическим способом и оконтуривание взрывным способом.

В первом случае щель создается шпурами, пробуренными по контуру выработки настолько близко друг другу, что целик породы между ними разрушается горным давлением или вообще отсутствует (шпуды касаются друг друга).

При предварительном оконтуривании взрывным способом по контуру выработки бурят шпуры на расстоянии 20-40 см (расстояние подбирается экспериментально). Шпуры заряжаются рассредоточенными зарядами или зарядами малого диаметра. Остальные шпуры комплекта заряжают нормальными зарядами.

Оконтуривающие шпуры взрывают в первую очередь.

Применение метода предварительного оконтуривания ограничено из-за большого объема буровых работ.

Наиболее широко применяется метод контурного взрывания с последующим оконтуриванием. В этой группе различают:

1. Взрывание оконтуривающих шпуров сплошными зарядами малого диаметра.
2. Взрывание оконтуривающих шпуров зарядами ВВ пониженной работоспособности.
3. Взрывание оконтуривающих шпуров зарядами с воздушными промежутками.
4. Взрывание оконтуривающих шпуров комбинированными зарядами.

В первом и втором случаях шпуры обычного диаметра (например, 43 мм) заряжают патронами ВВ диаметром 20-24 мм (например, детонит М) или патронами обычного диаметра ВВ (36 мм) с пониженной работоспособностью (например, аммонит ДЖВ-20 или Т-19). Благодаря большой разнице в диаметрах шпура и патрона плотность заряжения снижается, что способствует снижению давления газов на стенки шпура и глубины трещинообразования. Глубина трещинообразования снижается и в случае применения ВВ с пониженной работоспособностью.

Рассредоточенные заряды разрешено применять в шахтах и рудниках, не опасных по газу и пыли. Рассредоточение заряда в шпуре достигается размещением между патронами ВВ деревянных фальшпатронов. Для обеспечения безотказности взрывания вдоль заряда прокладывают детонирующий шнур.

Комбинированные заряды применяются в породах средней крепости и крепких. Они представляют собой набор патронов разного

диаметра или патронов ВВ различной работоспособности. Например, заряд из патронов диаметром 27–28 мм и одного патрона диаметром 36 мм или заряд из патронов аммонита АП-5 ЖВ и одного патрона скального аммонита № I. Патроны иного диаметра или мощности размещают у дна шпура.

При контурном взрывании с последующим оконтуриванием шпуры в забое взрывают за один прием с использованием КЗВ.

В первую очередь взрываются врубовые шпуры, которые разрушают породу и образуют в центральной части забоя врубовую полость (рис. 18, зона I). Полость облегчает работу предконтурных (отбойных) шпуров, расположенных вдоль внешней границы зоны II.

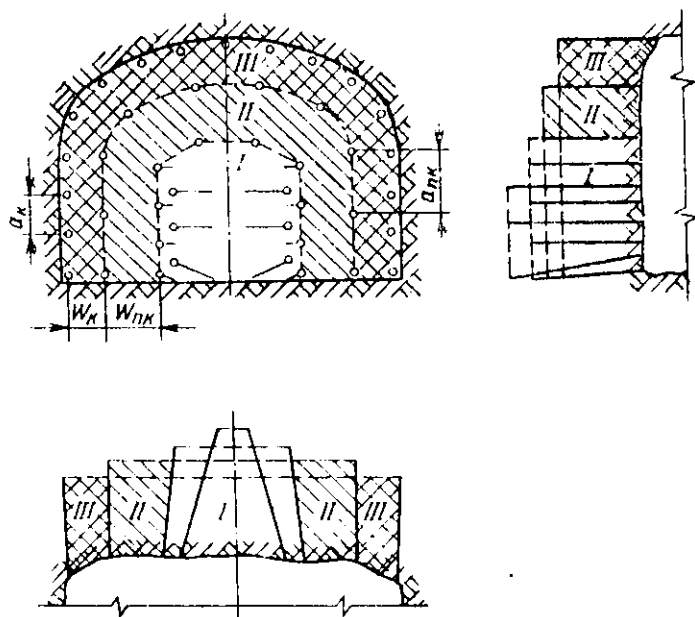


Рис. 18. Принципиальная схема расположения шпуров при проведении выработок методом контурного взрывания

Таким образом, зоны действия оконтуривающих (зона III) и предконтурных шпуров (зона II) можно рассматривать как забой с двумя обнаженными поверхностями, а центральную часть забоя — ядра (зона I) как забой с одной обнаженной поверхностью.

Удельный расход ВВ для породы, отбиваемой взрывом зарядов оконтуривающих и предконтурных шпуров, следует определить по формуле

$$q = 0,15 \sqrt{\rho} \left(\sqrt{0,2\rho} + \frac{1}{\sqrt{B}} \right) \frac{525}{\rho} K, \quad (38)$$

где K — коэффициент повышения удельного расхода ВВ, $K = 1$ для оконтуривающих шпуров, $K = 1,2-1,3$ для предконтурных шпуров; B — длина части периметра, по которой располагают шпуры.

Для оконтуривающих шпуров, если по подошве выработки применяются не контурные шпуры, а поперечное сечение выработки имеет коробовый свод (рис. 18)

$$B = B_{\Sigma} = 2h + 1,33b_{\Sigma}, \quad (39)$$

где B_{Σ} — длина части периметра, на которой располагают оконтуривающие шпуры, м; h — высота выработки от подошвы до пята свода, м; b_{Σ} — ширина выработки в проходке, м.

Для предконтурных шпуров

$$B_{\text{пк}} = B = 2h + 1,33b_{\text{пк}}, \quad (40)$$

где $B_{\text{пк}}$ — длина периметра, на которой располагают предконтурные шпуры, м; $b_{\text{пк}}$ — расстояние между предконтурными шпурами по ширине выработки, м,

$$b_{\text{пк}} = b_{\Sigma} - 2W_{\Sigma}, \quad (41)$$

где W_{Σ} — величина линии наименьшего сопротивления оконтуривающих шпуров, м.

Если горные выработки имеют другую форму поперечного сечения, то B_k и $\delta_{пк}$ следует определить графически или по данным типовых паспортов крепления.

Величину линии наименьшего сопротивления (табл. 40) следует рассчитывать по следующим формулам:
для оконтуривающих шпуров

$$W_k = \sqrt{\frac{K_{зап} \rho_k}{q_k m}}, \quad (42)$$

для предконтурных шпуров

$$W_{пк} = \sqrt{\frac{K_{зап} \rho_{пк}}{q_{пк} m}}, \quad (43)$$

где $q_k, q_{пк}$ — удельные расходы ВВ для породы, отбиваемой взрывом оконтуривающих и предконтурных шпуров, определенные по формуле (38), кг/м³; $K_{зап}$ — коэффициент заполнения шпуров, при использовании ВВ в патронах диаметром 36–37 мм и плотности ВВ 1,0–1,2 г/см³, $K_{зап}$ следует принимать в пределах 0,6–0,7, а при плотности 1,45–1,55 г/см³ в пределах 0,45–0,5; m — коэффициент сближения шпуров (отношение расстояния между зарядами в ряду к величине линии наименьшего сопротивления), для выработок, проводимых в слоистых породах по простиранию, рекомендуется принимать $m = 0,8$ для шпуров, располагаемых у стенок, и $m = 1,0–1,2$ для шпуров, располагаемых у кровли; $\rho_k, \rho_{пк}$ — вместимости 1 м оконтуривающего или предконтурного шпура соответственно, кг/м,

$$\rho_k = \frac{\pi d^2}{4} \Delta. \quad (44)$$

Расстояние между шпурами в ряду (табл. 40) следует рассчитывать по формулам:

для оконтуривающих шпуров

$$a_k = \sqrt{\frac{K_{зап} \rho_k m}{q_k}}, \quad (45)$$

для предконтурных шпуров

$$\alpha_{\text{пк}} = \sqrt{\frac{K_{\text{зал}} \rho_{\text{пк}} m}{q_{\text{пк}}}} \quad (46)$$

Данные табл. 40 рассчитаны для условий крутых пластов и использования в окружающих шпурах аммонита ПЖВ-20 в патронах диаметром 27-28 мм, угленита 3-6 в патронах диаметром 32 мм или детонита М в патронах диаметром 24 мм, а в предконтурных шпурах аммонита ПЖВ-20 в патронах диаметром 36 мм или детонита М в патронах диаметром 36 мм (цифры в скобках).

Для условий пологих пластов расстояние между оконтуривающими и предконтурными шпурами у кровли следует увеличивать на 20-30 %, а для шпуров, расположенных вдоль стенок - оставлять без изменений.

В породах с коэффициентом крепости $f' > 6$ рекомендуется в данную часть оконтуривающих шпуров помещать один патрон ПЖВ-20 диаметром 36 мм. При этом значения $\alpha_{\text{к}}$ и $W_{\text{к}}$ можно на 10-15 % увеличить.

Число шпуров на забой определяют графически. Для этого на линии контура выработки циркулем откладывают величину $\alpha_{\text{к}}$, намечая точки расположения оконтуривающих шпуров.

Затем на расстоянии $W_{\text{к}}$ от контура проводят линию расположения предконтурных шпуров и на ней циркулем на расстоянии $\alpha_{\text{к}}$ друг от друга намечают точки расположения шпуров.

В выработках с коробовым сводом число оконтуривающих и предконтурных шпуров можно определить по формулам:

$$N_{\text{к}} = \frac{B_{\text{к}}}{\alpha_{\text{к}}} + 1; \quad N_{\text{пк}} = \frac{B_{\text{пк}}}{\alpha_{\text{пк}}} + 1. \quad (47)$$

Если при построении окажется, что ширина зоны предконтурных шпуров более $2,5W_{\text{пк}}$, а высота более $1,5W_{\text{пк}}$, то выделяют зону отбойных шпуров, расчет параметров которых производят аналогично расчету параметров предконтурных шпуров.

Масса заряда рассчитывается по формулам:

Т а б л и ц а 40

Расстояние между шпурами и величина линии
наименьшего сопротивления

Коэффициент крепости пород	Для оконтуривающих шпуров при $m = 0,8$		Для предконтурных шпуров при $m = 0,8$	
	$a_{\kappa} \cdot \text{м}$	$W_{\kappa} \cdot \text{м}$	$a_{\text{пк}} \cdot \text{м}$	$W_{\text{пк}} \cdot \text{м}$
2	0,75	0,90	0,90	1,10
4	0,65	0,85	0,80	1,00
5	0,60	0,78	0,70 (0,85)	0,90 (1,15)
6	0,55	0,70	0,65 (0,85)	0,85 (1,00)
8	0,50	0,60	0,60 (0,75)	0,75 (0,95)
10	0,45	0,55	0,55 (0,65)	0,65 (0,85)
12	0,40	0,50	0,50 (0,60)	0,60 (0,80)

для оконтуривающих шпуров

$$Q_{\kappa} = l_{\kappa} p_{\kappa} K_{\text{звл}} ; \quad (48)$$

для предконтурных шпуров

$$Q_{\text{пк}} = l_{\text{пк}} p_{\text{пк}} K_{\text{звл}} . \quad (49)$$

Удельный расход ВВ для разрушения ядра забоя следует определять по формуле:

$$q_{\text{вр}} = 3q_{\text{пк}} \frac{l_{\text{вр}}}{\sqrt{S_1}} , \quad (50)$$

где $l_{\text{вр}}$ — глубина врубовых шпуров, м; S_1 — площадь ядра забоя, м² (определяется графически).

Число шпуров на площадь ядра забоя следует определить по формуле

$$N = \frac{1,27 q_{\text{вр}} S_1 \eta}{a_{\Delta}^2 K_{\text{звл}}} , \quad (51)$$

где $K_{\text{зап}}$ — коэффициент заполнения шпура, $K_{\text{зап}} = 0,3-0,4$.

Тип вруба для разрушения центральной зоны выбирают с учетом ее площади, крепости пород, глубины шпуров.

Если ширина зоны II находится в пределах 1,2-2,5 м, а высота в пределах 0,8-1,5 м, то можно применять любой тип вруба.

При площади зоны $S_1 > 1 \text{ м}^2$ рекомендуется применять клиновые и встречные веерные врубы. Если глубина шпуров менее 1,5-1,8 м, следует применять одинарные клиновые врубы, а при глубине шпуров более 1,8 м — двойные клиновые.

Если площадь зоны $S_1 < 1 \text{ м}^2$, то следует применять щелевые и призматические врубы.

При призматическом врубе с центральной скважиной удельный расход ВВ для врубовых шпуров определяют по формуле

$$q_{\text{вр}} = 3q_{\text{пк}}, \quad (52)$$

а коэффициент заполнения принимают равным 0,6-0,7.

Если применяется призматический вруб с ярусным расположением и взрыванием зарядов, то при расчете удельного расхода в формулу (50) вводят величину, равную длине одного яруса (наиболее длинного, если они неодинаковые), а коэффициент заполнения шпура принимают в пределах 0,4-0,5.

IV. БУРЕНИЕ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН НА ПОДЗЕМНЫХ РАБОТАХ

Бурение взрывных скважин осуществляется преимущественно колонковыми буровыми установками и станками с погружными пневмоударниками. Незначительное распространение имеет шарошечное бурение скважин большого диаметра. Восходящие скважины диаметром 55-65 мм и глубиной до 10-12 м при подсечке блоков и образовании горизонта выпуска бурят телескопическими перфораторами ПТ-48.

§ 1. Установки для бурения скважин малого диаметра

Для бурения взрывных скважин малого диаметра на глубину до 30 м применяют колонковые буровые установки.

Отечественная промышленность выпускает две модели таких установок — КБУ-60 и КБУ-80 (табл. 4I). Для удобства транспортировки буровые установки КБУ состоят из трех основных узлов: распорной колонки, автоподатчика и колонкового перфоратора ПК-60 или ПК-75 (см. табл. 7).

Установки КБУ целесообразно применять при необходимости достижения высокой степени дробления руды и при сложных условиях залегания месторождения. Их основной недостаток — большие затраты времени на перестановки и транспортировку по горным выработкам — меньше сказывается на производительности бурения при веерном расположении скважин.

Более совершенная самоходная установка ПБУ-80 на пневмоколесном ходу готовится к серийному выпуску (табл. 4I).

Самоходная буровая установка на пневмоколесном ходу ПБУ-80 позволяет резко сократить затраты времени на перестановки от одного ряда скважин к другому. Конструкция машины обеспечивает возможность бурения с одной установки кругового веера или двух параллельных восходящих или нисходящих скважин на расстоянии до 1,4 м друг от друга.

Для перемещения буровой установки с одного податка на другой необходимо предусматривать наклонные съезды.

Буровой инструмент состоит из коронок и свинчивающихся буровых штанг, изготовляемых из стали диаметром 25, 28, 32 мм, и соединяемых между собой муфтами с круглой резьбой. Длина буровых штанг должна быть на 80-100 мм меньше хода автоподатчика. Буровые коронки в основном крестовой формы, армированные пластинками и штиртами твердого сплава РК (см. раздел II).

Т а б л и ц а 41

Показатели	Модель установки		
	КБУ-60	КБУ-80	ПБУ-80
Диаметр скважин, мм	53-65	65-85	65-75
Глубина бурения, м	До 25	До 30	До 40
Направление бурения, град	От 0 до 360	От 0 до 360	От 0 до 360
Марка буровой головки	ПК-60	ПК-75	ПК-75
Установочное приспособление	Распорная винтовая колонка	Распорная гидроколонка	Манипулятор
Осевое усилие подачи, кН	До 8	До 10	До 10
Ход подачи (длина штанг), мм	1000	1200	1220
Частота вращения бурового инстру- мента, мин	0-120	0-120	0-120
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	10	13	13
Минимальные размеры выработки в плоскости бурения	2,5х2,5	2,5х2,5	2,5х2,5
Габариты в рабочем положении, мм			
длина	2105	2300	3000
ширина	735	735	1540
высота	1800-2200	1800-2200	2600
Масса, кг	430	570	2800
Ступенчатая цена, руб	3500	-	-

§ 2. Станки с погружными пневмоударниками

Этими машинами осуществляется ударно-вращательное бурение скважин, имеющее наибольшее распространение при системах разра-
ботки с массовой отбойкой руды глубокими скважинами. Они приме-
няются в породах любой крепости.

Из известных станков с пневмоударниками наиболее совершен-
ным является буровой полуавтоматический агрегат НКР-100М, се-
рийно выпускаемый Криворожским заводом "Коммунист". Станок от-
личается высокой степенью механизации основных операций, пере-
хват буровых штанг при бурении осуществляется автоматически,

устанавливается он на распорной колонке. Глубокие скважины может бурить в любом направлении. Горизонтальные скважины бурят из выработок (буровых камер) высотой 1,8–2,2 м с размерами в плане 2,8 х 2,8 м. Для вертикальных и наклонных скважин размеры камеры 2,8 х 2,8 м в плоскости бурения. Пылеподавление при бурении осуществляется воздушно-водяной смесью (4–6 л воды на 1 м³ сжатого воздуха), на которой работает пневмоударник. Дополнительно в выработку или камеру необходимо подавать свежий воздух из расчета 6 м³/мин на одного бурильщика.

Техническая характеристика агрегата НКР-100М приведена ниже:

Диаметр скважины, мм	105
Глубина скважин, м	До 50
Расход сжатого воздуха при давлении 0,5 МПа, м ³ /мин	7
Усилие подачи, кН	6
максимальное	1,5
оптимальное при бурении крепких пород	
Величина хода автоподатчика между перехватами, мм	365
Частота вращения бурового инструмента мин ⁻¹	78
Мощность электродвигателя вращателя, кВт	3
Размеры буровых штанг, мм:	
диаметр	63,5
рабочая длина	1200
Масса штанги, кг	9,5
Габаритные размеры станка, мм:	
длина	1500
ширина	635
высота	672
Масса бурового станка, кг	360
Масса буровой установки (без штанг), кг	680
Отпускная цена, руб	1980

§ 3. Пневмоударники

Для подземных горных работ пневмоударники рассчитаны на диаметр скважин 105 мм (табл. 42). Выпускаются пневмоударники с клапанным и бесклапанным воздухораспределением (имеющие в маркировке индекс "П"). Последние получают наибольшее распространение, так как отличаются высокой стойкостью, доходящей в абразивных породах до 500-600 м (у клапанных 100-150 м), из-за отсутствия быстроизнашивающейся рубашки, прикрывавшей воздухораспределительные каналы у пневмоударников с клапанным воздухораспределением.

Наиболее совершенный из выпускаемых пневмоударников П105 имеет шаровое соединение с буровой коронкой, уменьшающее потери на трение и позволяющее бурить с повышенными осевыми усилиями подачи.

Т а б л и ц а 42

Техническая характеристика пневмоударников для подземных горных работ

Показатели	Марка пневмоударника			
	М-18	П-1-75	МП-3	П105
Энергия удара, Дж	85	75	85	130
Частота ударов, мин ⁻¹	1800	1930	1900	1250
Расход сжатого воздуха при давлении 0,5 МПа, м ³ /мин	6,8	5,5	4,5	5,5
Ударная мощность, кВт	2,84	2,43	2,26	2,70
Масса, кг	16,3	15,5	11	21
Отпускная цена, руб	39	30,4	32,5	-
Изготовитель	Старооскольский механический завод		Кыштымский машиностроительный завод им. М.И. Калинина	

§ 4. Буровые коронки для пневмоударников

Выпускаются два вида буровых коронок (табл. 43): трех-
перные с опережающим лезвием для пород средней крепости и креп-
ких, не отличающихся высокой абразивностью, и четырехперные
без опережающего лезвия с шаровым соединением, предназначен-
ные для бурения крепких, абразивных пород. Лезвие коронок ар-
мируются пластинками твердого сплава ИК-15.

Т а б л и ц а 43

Технические характеристики буровых коронок
для пневмоударников

Показатели	Марки коронок	
	БК-105	К-105К
Форма коронки	Трехперная с опережа- ющим лезвием	Четырехперная без опере- жающего лезвия
Диаметр, мм	105	105
Длина хвостовика, мм	110	90
Соединение с пневмоударником	Шпоночное	Шаровое
Марка пневмоударника	П-1-75; МП-3; М-48	П105
Масса, кг	3,5	3,0
Отпускная цена, руб	9,4	
Изготовитель	Кыштымский машиностроительный завод	

§ 5. Шарошечное бурение скважин

В подземных условиях шарошечное бурение имеет ограничен-
ное распространение, так как позволяет эффективно бурить сква-
жины диаметром $d \geq 145$ мм.

В связи с большим диаметром скважин шарошечное бурение
целесообразно при разработке мощных месторождений, представ-
ленных трещиноватыми породами в которых среднее расстояние

между трещинами (размер отдельности) не превышает размеров кондиционных кусков.

При шарошечном бурении основную роль в процессе разрушения играют статические нагрузки на долото, поэтому данный способ можно рекомендовать для пород с $f \leq 14$.

1. Станки шарошечного бурения

Основное применение в промышленности находит станок БШ-145М (БШ-190), устанавливаемый на двух распорных колонках, в обычном исполнении предназначенный для бурения скважин верхнего полувеера. Для бурения нисходящих скважин станок по требованию заказчика укомплектовывается специальной рамой. Станок гидрофицирован, в комплект буровой установки входит маслососная станция, включающая пульт управления работой станка, насосные установки, масляный бак, электрошкаф и салазки.

Другие станки, описываемые в специальной литературе, в настоящее время серийно не выпускаются.

Техническая характеристика станка БШ-145М приведена ниже:

Диаметр скважин, мм	145; 190
Глубина скважин до, м	100
Осяевое давление на долото, кН	170
Ход подачи, мм	750
Частота вращения долота, мин ⁻¹	148
Крутящий момент на долоте, Н·м	2000
Расход промывочной воды, л/мин	до 200
Установленная мощность, кВт	30
Напряжение электрического тока, В	380
Габариты станка, мм:	
длина	2800
ширина	1800
высота	1900
Масса, кг:	
станка	1700
маслососной станции	307
Отпускная цена, руб	11000
Изготовитель	Востокмашзавод

2. Шарошечные долота

Выпускаются зубчатые долота С, СТ и Т для пород с $f \leq 8$, комбинированные ТК для пород с $f = 8-10$ и штыревые ТЗ, ТКЗ для пород с $f = 10-12$, К и ОК для высокоабразивных пород с $f > 12$.

Основное применение при разработке рудных месторождений имеют штыревые долота: Ш-145ТЗ, Ш-145К, Ш-145ОК, В-145ТЗ, В-145ОК, В-190ТН, В-190ТЗН, В-190ТКЗН, 2К-190ОКН.

У. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ БУРОВЫХ РАБОТ ПРИ ОЧИСТНОЙ ВЪЕМКЕ

§ 1. Схема расположения скважин

Схема расположения скважин зависит от многих факторов, основными из которых являются принятая система разработки, тип бурового станка, физико-механические свойства руды, требования к качеству дробления руды и стоимость подготовительно-нарезных работ.

Наиболее широкое применение находят веерное и параллельное расположение скважин.

При веерном расположении скважин существенно снижаются объем и стоимость подготовительно-нарезных работ, затраты времени на перестановку станков при некотором снижении выхода горной массы с 1 м скважины.

Параллельное расположение скважин следует применять при более жестких требованиях к качеству дробления руды и оконтаиванию камер.

Ярусное расположение скважин целесообразно при дроблении легко взрываемых руд, а также при посадке потолочин и принудительном обрушении вмещающих пород.

Пучковое расположение скважин эффективно только при использовании многошпindelных буровых станков.

Направление стоек (горизонтальными, вертикальными, наклонными плоскостями или радиальными прирезками) определяется при-

этой системой разработки и условиями, элементами залегания рудного тела.

§ 2. Выбор взрывчатого вещества

Взрывчатое вещество выбирается в зависимости от крепости руды, диаметра скважин, возможности механизации процесса заряжания с учетом экономической эффективности.

В табл. 44 приведен перечень рекомендуемых ВВ для различных условий в порядке убывающей экономической эффективности.

Т а б л и ц а 44

Перечень ВВ, рекомендуемых для применения в рудниках и шахтах, не опасных по газу и пыли

Условия размещения зарядов ВВ	Породы крепкие и весьма крепкие	Породы средней крепости	Породы слабые
Скважины на очистных работах: сухие	Гранулиты АС-4, АС-8М, М ^х Граммонал А-8 ^х Игданит ^х Граммонит 79/21 ^х Аммонал водоустойчивый Аммонал скальный № 3	Гранулиты АС-4 АС-8, М ^х Граммонал А-8 ^х Игданит ^х Гранулит 79/21 ^х Аммонал водоустойчивый Аммонал скальный № 3 Аммонит № 6ЖВ	Игданит ^х Гранулиты М, М-4, М-8 ^х Граммонал А-8 ^х Граммонит 79/21 ^х Аммонал водоустойчивый Аммонит № 6ЖВ
обводненные	Граммонал А-8 ^х Аммонал водоустойчивый Аммонал скальный № 3	Граммонал А-8 ^х Аммонал водоустойчивый Аммонал скальный № 3 Аммонит № 6ЖВ	Граммонал А-8 ^х Аммонал водоустойчивый Динафталит Аммонит № 6ЖВ
камеры	Гранулиты АС-4, АС-8, М ^х Игданит ^х Граммонит 79/21 ^х Аммонит № 6ЖВ (порошок)	Гранулиты АС-4, М ^х Игданит ^х Граммонит 79/21 ^х Аммонит № 6ЖВ (порошок)	Игданит ^х Гранулиты М, М-4 ^х Граммонит 79/21 ^х

Примечание. ВВ, отмеченные звездочкой, допущены к ручному и механизированному заряжанию; остальные — только к ручному заряжанию.

При шпуровом методе очистной выемки при выборе ВВ следует руководствоваться табл. 13, при этом необходимо иметь в виду, что при использовании шпуров диаметром 24-28 мм можно применять только детонит М.

§ 3. Расчет параметров скважинных зарядов при очистной выемке

Для расчета параметров буровзрывных работ следует руководствоваться следующим порядком.

1. Определяют удельный расход ВВ, используя данные практики или нормы технологического проектирования:

Расход гранулита АС-8 на 1 м ³ горной массы в плотном теле	0,3	0,5	0,8	1,0	1,4	1,8
Коэффициент крепости руды	2-3	4-6	7-9	10-14	15-18	18-20

В случае использования других ВВ следует вводить поправочные коэффициенты: для граммонала А-8 0,90; для водоустойчивого аммонала 1,02; для гранулита АС-4 1,10; для гранулита М и игданита 1,26.

При взрывании в зажатой среде удельный расход ВВ должен быть увеличен на коэффициент зажима среды

$$K_{\text{зж}} = \left(\frac{\rho_1 C_{p1} + \rho_2 C_{p2}}{\rho_1 C_{p1} + \rho_2 C_{p2}} \right)^2, \quad (53)$$

где $\rho_1 C_{p1}$ и $\rho_2 C_{p2}$ - акустическая жесткость соответственно разрушаемого массива горных пород и взорванной горной массы, зажимающий разрушенный объем (табл. 45).

2. Определяют значение линии наименьшего сопротивления по формуле:

$$W = d \sqrt{\frac{7,85 \Delta \tau}{\rho m}}, \quad (54)$$

где d — диаметр скважины, дм; Δ — средняя плотность ВВ в заряде, кг/дм³; m — коэффициент сближения скважин; τ — относительная длина заряда в скважине.

Т а б л и ц а 45

Акустические свойства некоторых горных пород

Порода	Объемная масса, т/м ³	Скорость распространения продольной волны, м/с
Алевролит	2,60	1610
Базальт	2,86	5100
Глина	1,50—2,20	1800—2400
Габбро	2,60	6250
Гранит среднезернистый	2,78	4350
Диорит	2,86	4580
Известняк	2,30—2,40	3200—5500
Кварцит железистый	3,0	5600
Мрамор	2,78	4050
Песчаник	2,10—2,30	2000—3600
Уголь	1,20—1,50	1100—2800

Плотность ВВ в заряде для гранулированных ВВ принимается в пределах 1,0—1,15 кг/дм³, для патронированных ВВ — 0,85—0,90 кг/дм³.

Величина относительной длины заряда в скважине может быть принята по следующим данным:

Относительная длина заряда	0,7	0,8	0,9
Глубина скважины, м	5 и менее	10	30 и более

Коэффициент сближения скважин обычно находится в пределах от 0,7 до 1,3.

3. Определяют объем руды в плотном теле одного слоя в соответствии с реальными размерами блока.

4. Определяют необходимую массу ВВ для отбойки одного слоя

$$Q = qV, \quad (55)$$

где q — удельный расход ВВ, т/м³; V — объем отбиваемого слоя руды, м³.

5. Определяют массу ВВ, размещающую в 1 м скважины

$$q_{\text{сбв}} = \frac{\pi a^2}{4} 10. \quad (56)$$

Результаты расчета по формуле (56) для плотности ВВ в заряде 1,15 кг/дм³ приведены ниже:

Масса ВВ в 1 м скважины, кг	2,72	4,42	5,08	8,15	9,83	21,31
Диаметр скважины, мм	55	70	80	85	105	150

6. Определяют суммарную длину заряда для отбойки слоя руды

$$L_{\text{зар}} = \frac{Q}{q_{\text{сбв}}}. \quad (57)$$

7. Вычерчивают графически схему расположения скважин с учетом принятого значения коэффициента сближения скважин. При веерном расположении скважинных зарядов расстояние между концами скважин не должно превышать величины, определяемой по формуле:

$$a_{\text{мин}} = \frac{(2L_{\text{ср}} - 3)a}{L_{\text{ср}} + 3}, \quad (58)$$

где $L_{\text{ср}}$ — средняя глубина скважин, м; a — расстояние между скважинами, м,

$$a = mW.$$

8. По принятой схеме расположения скважин подсчитывают фактические значения суммарной длины скважины, длины и массы заряда в скважине. Результаты подсчета целесообразно свести в табл. 46.

Т а б л и ц а 46

Сводные данные расчета скважинных зарядов

Номер блока (подэтажа)	Номер воера (ряда)	Номер скважины	Длина скважины, м	Длина заряда, м	Масса ВВ на 1 м скважины, кг	Масса заряда ВВ в скважине, кг	Примечание
1 и т.д.	1	1	20	20	9,0	180	
Итого:			285	210		1890	

9. Определяют фактические технико-экономические показатели взрывных работ

а) фактический удельный расход ВВ

$$q_{\phi} = \frac{Q_{\phi}}{V}, \quad (59)$$

где Q_{ϕ} — фактический суммарный расход ВВ на отбойку слоя руды, кг, значение Q_{ϕ} не должно отличаться от расчетного более чем на 5-6 %;

б) выход руды с 1 м скважины

$$B = \frac{V}{L_{\phi}}, \quad (60)$$

где L_{ϕ} — фактическая суммарная длина скважины, определяемая по табл. 46.

§ 4. Выбор конструкции скважинного заряда и способа взрывания

При использовании гранулированных ВВ для повышения устойчивости детонации целесообразно в скважины помещать патроны-боевики из аммонита № 6ЖВ, взрываемые с помощью электродетонаторов. Из этих же соображений следует отдавать предпочтение и безопасному способу взрывания. Иницирование ДД производят также с помощью электродетонаторов.

При электрическом способе взрывания патроны-боевики помещают в устье скважины и инициируют с помощью электродетонаторов короткозамедленного действия. При безопасном способе взрывания патрон-боевик помещается в скважину первым. В этом случае также необходимо предусмотреть короткозамедленное взрывание отдельных групп скважин.

В целях снижения сейсмического действия взрыва и улучшения дробления горной массы при скважинной отбойке в подаваемых условиях широко используют короткозамедленное взрывание. Массу заряда, взрываемую в каждой ступени замедления, с точки зрения сейсмического воздействия на горнотехнические сооружения и выработки следует проверять по формуле

$$Q = \frac{\sigma_p \alpha_k (\sqrt{H_{II}^3} + r_n)}{85}, \quad (61)$$

где r_n — расстояние от объема до места взрыва; σ_p — временное сопротивление пород растяжению; H_{II} — мощность целика; α_k — коэффициент, зависящий от числа групп одновременно взрывающихся зарядов,

$$\alpha_k = \frac{m_n}{0,45(m_n + 1)}. \quad (62)$$

где m_n — число групп одновременно взрывающихся зарядов.

В заключение определяют расход средств взрывания на 1 м³ или 1 т полезного ископаемого.

Необходимо также определить степень вторичного дробления негабарита. Как показывают результаты исследований, выход не-

габарита и средний линейный размер куска прямо пропорционален диаметру зарядов. Следовательно, в том случае, когда качество дробления горной массы является основным критерием оценки эффективности взрывных работ, предпочтение следует отдавать скважинам малого диаметра (50-80 мм). При необходимости подготовки больших объемов горной массы и значительной крепости горных пород более целесообразно использовать скважины диаметром 100-150 мм.

По данным В.Н.Мосинца выход негабарита в зависимости от диаметра заряда и удельного расхода ВВ может быть определен по формуле

$$\alpha_0 = \epsilon^{4(1-\alpha_k)} \frac{\alpha_0^{0,1}}{q}, \quad (63)$$

где α_k — кондиционный размер куска горной массы, $\alpha_k = 0,4$ м для подземных очистных работ; α_0 — диаметр скважины, м; q — удельный расход ВВ, кг/м³.

При взрывном дроблении негабарита расход ВВ может быть принят по данным табл.47.

Т а б л и ц а 47

Примерный расход ВВ на вторичное дробление

Коэффициент крепости	Средняя длина кусков, м	
	0,5	0,7
3-5	0,38	0,20
6-7	0,50	0,27
8-12	0,58	0,29
14-20	0,65	0,32

Если проектом предусмотрено для вторичного дробления примененные кумулятивные заряды, то расход ВВ может быть уменьшен в два раза.

§ 5. Схемы электровзрывных сетей и их расчет

Различают последовательные, параллельные и смешанные электровзрывные сети. При выборе схемы электровзрывной сети необходимо найти такую, которая обеспечивает воспламенение всех электродетонаторов, включенных в сеть, требует меньшего расхода проводов и отличается достаточной простотой как при монтаже, так и при проверке исправности.

Наиболее полно этим требованиям отвечают простые последовательные взрывные сети. Смешанные электровзрывные сети применяют при большом числе одновременно взрывааемых зарядов. При этом наибольшее распространение на практике получили последовательно-параллельные пучковые сети. Иногда в патроны-боевики в целях обеспечения большей надежности взрывания вводят по два электродетонатора, соединенных друг с другом последовательно или параллельно. Эти соединения, называемые соответственно парно-последовательными или парно-параллельными, могут быть применены в любой взрывной сети: в последовательной, параллельной или смешанной. Более надежным является парно-последовательное соединение электродетонаторов в патронах-боевиках.

Параллельные схемы ввиду неравномерности распределения в них токов и невозможности проверки исправности взрывной сети обычно применяют в тех случаях, когда другие схемы неудобны.

Для взрывных работ следует применять специальные провода марок ЭВ, ЭП, ЭВЖ, ЭПЖ, БМВ, ВИП, ВМВЖ, ВМПЖ (ГОСТ 6285-74), саперины провода марок СПП-1 и СПП-2 (ГОСТ 2190-68), провода типа ПР (ГОСТ 1977-68), алюминиевые провода типа АПР (ГОСТ 5352-68), а также шахтные гибкие кабели ГРШ и ГРШЭ (табл. 48, 49).

Расчет сопротивления взрывных сетей следует вести по формулам.

Для последовательных сетей, простых (рис. 19) и с парно-последовательным соединением (рис. 20, а) электродетонаторов

$$R_c = m_z R_z + L_{p.c} R_c + 2 L_m R_m, \quad (64)$$

Шахтные гибкие кабели

Тип кабеля	Число жил	Сечение жилы, мм ²	Сопротивление жилы, Ом/км
ГРШИ	3-8	0,5-70	12,5-0,27
ГРШИЭ	6-7	1,5-70	12,7-0,28

где m_3 — общее количество электродетонаторов; r_3 — расчетное сопротивление одного электродетонатора, Ом; L_{pc} — длина соединительных проводов, м; r_c — сопротивление 1 м соединительного провода, Ом/м; L_M — длина магистрального провода (в один конец), м; r_M — сопротивление 1 м магистрального провода, Ом/м.

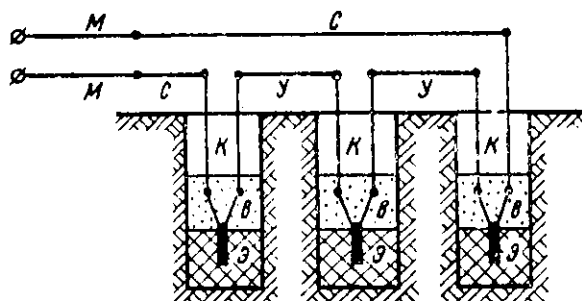


Рис. 19. Схема последовательного соединения электродетонаторов

Для последовательных сетей с парно-параллельным соединением (рис. 20,б) электродетонаторов

$$R_c = m_3' \frac{r_3}{2} + L_{pc} r_c + 2L_M r_M, \quad (65)$$

где m_3' — число пар электродетонаторов.

Для параллельно-пучковых взрывных сетей (рис. 21)

$$R_c = \frac{R_0}{n} + L_c r_c + 2L_M r_M, \quad (66)$$

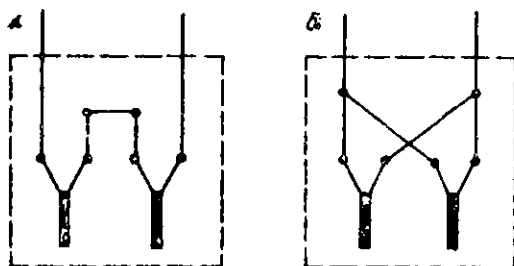


Рис.20. Парное включение электродетонаторов в бововиках: а - парно-последовательное; б - парно-параллельное

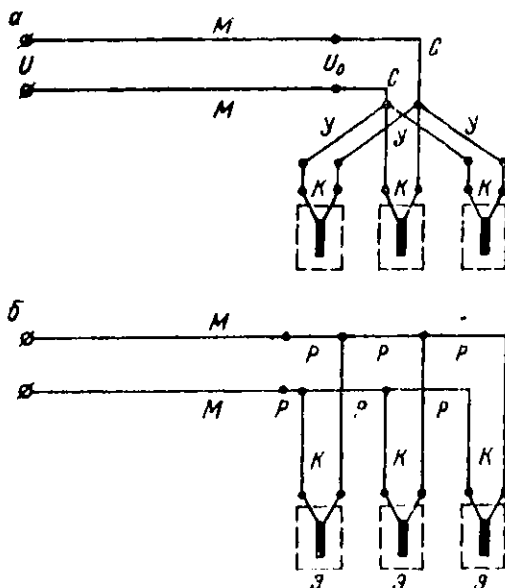


Рис.21. Параллельные схемы соединения электродетонаторов: а - пучковое соединение; б - ступенчатое соединение

где n - количество ветвей сети; R_b - сопротивление ветви, Ом.

При этом сопротивление ветви можно определять по формуле

$$R_b = r_a +$$

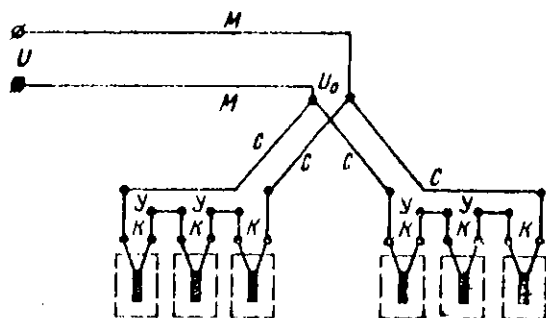
$$+ L_{cb} r_{cb}, \quad (67)$$

где L_{cb} - длина соединительных проводов ветви, м; r_{cb} - сопротивление 1 м соединительного провода, Ом/м.

Для последовательно-параллельной пучковой взрывной сети (рис. 22)

$$R = \frac{R_b}{n} + 2L_M r_M. \quad (68)$$

При этом сопротивление одной ветви простой сети и с парно-последовательным включением электродетонаторов



$$R_0 = m r_3 + L_{c.0} r_{c.0} \quad (69)$$

Сопротивление одной ветви с парно-параллельным включением электродетонаторов

$$R_0 = m' \frac{r_3}{2} + L_{c.0} r_{c.0} \quad (70)$$

Рис.22. Схема смешанных последовательно параллельных электровзрывных сетей с пучковым соединением

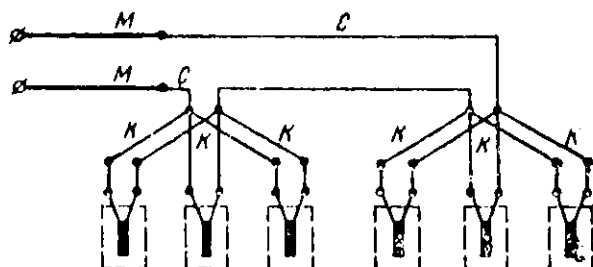


Рис.23. Схема смешанной параллельно-последовательной электровзрывной сети

Для параллельно-последовательных сетей (рис. 23)

$$R_c = \frac{m_\Gamma}{n_\Gamma} (r_3 + 2 l_{c.д}) + L_c r_c + 2 L_m r_m \quad (71)$$

где m_Γ - количество групп электродетонаторов; n_Γ - число электродетонаторов в группе; $l_{c.д}$ - длина соединительных проводов (в один конец) у каждого электродетонатора, м; $r_{c.д}$ - сопротивление 1 м соединительного провода у электродетонатора, Ом/м.

В качестве источника тока следует принимать взрывные ма-

машинки конденсаторного типа или силовые рудничные сети, характеристика которых приведена ниже:

КВП-1/100М ПНВ-100М СВМ-2 ВИК-500 КЛМ-750 ПЭС-220

Напряжение на конденсаторе, В	600	600	600	3000	513	220
Допустимое сопротивление взрывной сети при последовательном соединении электродетонаторов, Ом	320	320	150	2100	513	220

Расчет электровзрывных сетей при использовании в качестве источника тока взрывных машинок сводится к проверке соответствия сопротивления взрывной сети паспортной характеристике взрывной машинки. С некоторым приближением можно пользоваться следующими формулами.

Для последовательного соединения в простых сетях и с парно-последовательным включением электродетонатора

$$R_c \leq R_{\text{пасп}} \quad (72)$$

Для последовательного соединения с парно-параллельным включением электродетонаторов

$$R_c \leq \frac{1}{4} R_{\text{пасп}} \quad (73)$$

Для параллельно-пучковых сетей, для смешанных пучковых сетей, простых и с парно-последовательным включением электродетонаторов

$$R_c \leq \frac{1}{n_{\Gamma}} R_{\text{пасп}} \quad (74)$$

Для смешанных пучковых сетей с парно-параллельным включением электродетонаторов

$$R_c \leq \frac{1}{4n_{\Gamma}} R_{\text{пасп}} \quad (75)$$

где n_{Γ} — число электродетонаторов в группе.

При расчете взрывных сетей, взрываемых от силовых линий, следует определять силу тока, проходящего через мостик каждого электродетонатора. Ее величина должна быть не менее гарантийной силы тока.

Для последовательных сетей, в том числе и с парно-последовательным включением электродетонаторов

$$i_{эд} = I = \frac{U}{R_c} \geq i_{доп}, \quad (76)$$

где $i_{эд}$ — величина силы тока, проходящего через мостик каждого электродетонатора, А; U — напряжение силовой линии, В; I — сила тока во взрывной сети, А; $i_{доп}$ — гарантийная сила тока, А.

Для аналогичных сетей с парно-последовательным включением электродетонаторов

$$i_{эд} = \frac{I}{2} \geq i_{доп}. \quad (77)$$

Для параллельных и последовательно-параллельных пучковых сетей:

$$i_{эд} = \frac{I}{n} \geq i_{доп}, \quad (78)$$

где n — число электродетонаторов или ветвей, соединенных параллельно.

Для последовательно-параллельных сетей с парно-параллельным включением электродетонаторов:

$$i_{эд} = \frac{I}{2n} \geq i_{доп}. \quad (79)$$

Для параллельно-последовательных сетей

$$i_{эд} = \frac{I}{n_{\Gamma}} \geq i_{доп},$$

где n_{Γ} — количество параллельно включенных электродетонаторов в группе.

§ 6. Механизация работ по заряданию шпуров и скважин

При проектировании взрывных работ в современных условиях необходимо предусматривать механизированное зарядание шпуров и скважин. Для зарядания шпуров гранулированным ВВ наиболее широко используют зарядание эжекторного типа ("Курама ЗЭП-Н", "Курама ЗЭП-В", ЗЭП-2), порционные нагнетательные зарядники типа ЗП-2.

Некоторые данные о пневмозарядчиках шпуровых зарядов даны ниже:

	„Курама ЗЭП-Г“	„Курама ЗЭП-В“	ЗЭП-2	ЗП-2
Емкость бункера, кг	8,0	8,0	—	0,5-2,0
Масса, кг	2,0	2,0	1,8	15
Производительность зарядания, кг/шп.	8-18	8-12	6-8	20-50
Плотность зарядания, г/см ³	1,12-1,19	1,1-1,15	—	До 1,2

Для зарядания скважины обычно применяют пневмозарядные устройства нагнетательного и нагнетательно-эжекторного действия, техническая характеристика которых приведена ниже:

	„Нахл-5“	ЗП-5	ЗП-12	ЗП-15
Масса, кг	20	19	30	34
Емкость бункера, кг	25	5	12	25
Производительность, кг/шп.	40-45	50-70	120-150	120-150
Глубина скважины, м	До 30	50	50	50
Угол наклона к горизонтальной плоскости, град	0-50	0-90	0-30	0-90

ЛИТЕРАТУРА

1. Единые правила безопасности при взрывных работах. М., Недра, 1976.
2. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом. М., Недра, 1972.
3. Нормы технологического проектирования горнорудных предприятий цветной металлургии с подземным способом разработки. М., Гипроцветмет, 1975.
4. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий черной металлургии с подземным способом разработки. Л., Гипроруда, 1970.
5. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. М., Недра, 1974.

Приложение

Основные показатели паспорта буровзрывных работ

№ п/п	Наименование показателей	Единицы измерения	Количество
1	Опасность рудника по газу и пыли	2	
2	Сечение выработки вчерне	м	
3	Длина выработки (лавы)	м	
4	Коэффициент крепости по шкале		
	Протодейковская руды (породы)	-	
5	Тип применяемого ВВ	-	
6	Расход ВВ на шнел (1 м или 1000 т)	кг	
7	Расход ЭД на шнел (1 м или 1000 т)	шт	
8	Тип применяемой забойки	-	
9	Расход забойки на шнел	шт/кг	
10	Подвигание забоя за взрыв	м	
11	Время проветривания	мин	

Параметры шнуровых зарядов и порядок взрывания

Номера шнуров или группы шнуров	Длина шнуров, м	Величина заряда шнуров, кг	Углы наклона шнуров к плоскости забоя в проекции		Тип электро- детона- торов	Замедле- ние, м/с	Приемы взрыва- ния
			Горизон- тальной	Вертикаль- ной			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							

О Г Л А В Л Е Н И Е

I. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОБЪЕМУ РАЗДЕЛОВ ПРОЕКТА, ПОСВЯЩЕННЫХ БУРОВЗРЫВНЫМ РАБОТАМ	9
II. БУРОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ГОРНОПРОХОДСКИХ РАБОТ	
§ 1. Область применения различных способов бурения	4
§ 2. Ударное бурение шпуров	5
§ 3. Установочные приспособления к ручным перфораторам	8
§ 4. Переносные буровые установки с ручными перфораторами	8
§ 5. Передвижные установки для бурения шпуров	10
§ 6. Инструмент для ударного и вращательно-ударного бурения шпуров	11
1. Буровые коронки	11
2. Буровые штанги	12
§ 7. Вращательно-ударное бурение шпуров	14
§ 8. Буровые установки для проходки стволов шахт	18
§ 9. Вращательное бурение шпуров	20
1. Электрические и пневматические спёрда	20
2. Передвижные установки для вращательного бурения шпуров	22
3. Инструмент для вращательного бурения шпуров	22
III. ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК	25
§ 1. Выбор взрывчатых веществ	25
§ 2. Выбор средств взрывания	29
§ 3. Определение диаметра и глубины шпуров	36
§ 4. Определение удельного расхода ВВ	41
§ 5. Определение числа шпуров в забое	48
§ 6. Выбор типа вруба	53
§ 7. Расчет параметров буровзрывных работ при проведении выработок	67
§ 8. Особенности расчета параметров буровзрывных работ при контурном взрывании	73
IV. БУРЕНИЕ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН НА ПОДЗЕМНЫХ РАБОТАХ	80
§ 1. Установки для бурения скважин малого диаметра	81
§ 2. Станки с погружными пневмоударниками	82
§ 3. Пневмоударники	84
§ 4. Буровые коронки для пневмоударников	85
§ 5. Шарошечное бурение скважин	85
1. Станки шарошечного бурения	86
2. Шарошечные долота	87

У. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ ОЧИСТНОЙ ВЫЕМКЕ	87
§ 1. Схема расположения скважин	87
§ 2. Выбор взрывчатого вещества	88
§ 3. Расчет параметров скважинных зарядов при очистной выемке	88
§ 4. Выбор конструкции скважинного заряда и способа взрывания	93
§ 5. Схемы электровзрывных сетей и их расчет	95
§ 6. Механизация работ по заряданию шнуров и скважин . . .	102
Л и т е р а т у р а	103
П р и л о ж е н и е	104

Вадим Константинович Бубок
Юрий Михайлович Мисник
Юрий Алексеевич Юрманов

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ БУРОВЫЗЫВНЫХ РАБОТ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ
РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**
Учебное пособие

Редактор Л.С.Дрибинская
Технический редактор Р.Н.Кравцова
Корректор К.А.Кап

Сдано в набор 02.04.81. Подписано к печати 07.08.81. М-28848.
Формат 60х84/16. Бумага типографская №2. Печ.л. 8,62. Усл.печ.л. 6,16.
Уч.-изд.л. 5,3. Тираж 600 экз. Изд. №71. Заказ 371. Цена 25 коп.

ИПН ЛПИ, Ленинград, 21-я линия, 2.

