

ПРЕДИСЛОВИЕ

Изучение дисциплины «Строительство горизонтальных выработок», «Строительство наклонных и камерных выработок» должно дать базовые знания по технологиям проведения горных выработок, методам, способам производства и организации горнопроходческих работ; научить студента принимать технически совершенные и экономически эффективные решения при проектировании и привить навыки руководства процессом строительства горных выработок.

Осознанное усвоение базовых знаний возможно только за счет их использования в разных ситуациях. Методически структура учебного пособия представляет собой цепочку действий, выполняемых в соответствии с целевыми установками, имеющими форму конкретного результата.

Учебное пособие содержит необходимую информацию, методические указания и примеры принятия инженерных решений, а также задачи для самостоятельной работы и контрольные вопросы для самопроверки студента. Информационная база соответствует современному уровню научно-технических знаний и механизации горнопроходческих работ, требованиям действующих нормативно-технической документации.

Материал учебного пособия ориентирован на:

- профессиональное использование знаний и развитие практического мышления;
- овладение умениями постановки и решения инженерных задач, опровержения или отстаивания своей точки зрения;
- овладение навыками оперировать формулировками, понятиями, определениями;
- выработку аналитических способностей, умения обобщать и формулировать выводы;
- овладение навыками использования информационных устройств; компьютер используется как средство развития познавательной деятельности студентов.

Учебное пособие ориентирует на перемещение акцента с процесса преподавания на процесс учения самих студентов, освоения ими опыта самоорганизации и самообразования.

РАЗДЕЛ I. БУРОВЗРЫВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

ГЛАВА 1. ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПАСПОРТА БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

При выборе взрывчатого вещества руководствуются требованиями безопасного производства работ и эффективного использования энергии взрыва для разрушения горного массива (Приложение 3.2, табл. 3.1, 3.2):

Прочность пород, МПа	10–30	30–60	60–100	более 100
Работоспособность ВВ, см ³	до 260	220–320	320–400	более 400

При проведении выработок распространена колонковая сплошная конструкция заряда ВВ. Обратное инициирование заряда повышает коэффициент использования шпуров на 8–15% и качество дробления породы, уменьшает её разброс по выработке, но возрастает опасность выброса в шахтную атмосферу раскаленных продуктов взрыва.

Величина коэффициента заряжания шпуров в шахтах, не опасных и опасных по газу и пыли, приведена соответственно в таблицах 1.1, 1.2.

Таблица 1.1

Диаметр патрона ВВ, мм	Коэффициент крепости породы	
	3–9	более 9
24; 28	0,35–0,75	0,75–0,85
32; 36	0,30–0,60	0,60–0,85
40	0,30–0,50	0,50–0,75

Таблица 1.2

Работоспособность ВВ, см ³	Коэффициент крепости породы			
	до 4	4–8	8–12	12–16
200–300	0,42–0,48	0,42–0,48	0,42–0,48	0,42–0,48
300–400	0,38–0,44	0,38–0,44	0,38–0,44	0,38–0,44
400–460	0,36–0,42	0,36–0,42	0,36–0,42	0,36–0,42

Минимальная длина забойки шпуров в шахтах, опасных по газу или пыли, регламентируется: при глубине шпуров 0,6–1,0 м – не более половины их длины; при глубине шпуров более 1 м – не менее 0,5 м; при применении скважин – не менее 1,0 м.

Удельный расход ВВ

$$q = q_0 k_c \nu e, \quad (1.1)$$

где q_0 – нормальный удельный расход ВВ, кг/м³; ν – коэффициент зажима породы; k_c – коэффициент, учитывающий структуру породы (табл. 1.3); $e = 380/A$ – коэффициент относительной работоспособности ВВ; A – работоспособность применяемого ВВ.

Нормальный удельный расход ВВ, кг/м³:

$$q_0 = 0,1 \left(\frac{f}{3} + \sqrt{\frac{10f}{3}} \right). \quad (1.2)$$

Таблица 1.3

Характеристики породы	k_c
Монолитные, однородные, вязкие	1,05
Монолитные, однородные	1,0
Средней трещиноватости при проведении выработки вдоль основной системы трещин	0,93
Средней трещиноватости при пересечении при пересечении выработкой основной системы трещин	0,85
Трещиноватые при проведении выработки вдоль основной системы трещин	0,87
Трещиноватые при пересечении выработкой основной системы трещин	0,72
Дислоцированные, характеризующиеся наличием зеркал скольжения или прослоек слабых пород, или угля мощностью менее 0,3 м, когда массив в основном представлен прочными породами	0,65

Коэффициент зажима породы при одной открытой поверхности рекомендуется определять по формуле

$$\nu = \frac{3\ell_{ш}}{\sqrt{S_{пр}}}, \quad (1.3)$$

где $\ell_{ш}$ – средняя глубина комплекта шпуров, м; $S_{пр}$ – площадь поперечного сечения выработки в проходке, м²; $\nu = 1,1–1,4$ (меньшая величина – для большей площади сечения) – при двух открытых поверхностях.

Удельный расход также можно определить по нормам, составленным на основании опыта строительства горных выработок¹.

Исходя из скорости и режима проведения выработки, продолжительности проходческого цикла, средняя глубина комплекта шпуров равна

$$\ell_{\text{ш}} = \frac{v T_{\text{ц}}}{n_{\text{р}} t_{\text{р}} \eta}, \quad (1.4)$$

где v – скорость проведения выработки; $T_{\text{ц}}$ – продолжительность проходческого цикла; $n_{\text{р}}$ – число рабочих суток в месяце; $t_{\text{р}}$ – число часов в сутки по проведению выработки; η – коэффициент использования шпуров (далее по тексту КИШ).

Средняя глубина комплекта шпуров равна сумме длин ℓ_3 заряда ВВ и зоны растягивающих напряжений в центре забоя:

$$\ell_{\text{ш}} = (0,2 \dots 0,3) R_{\text{пр}} + \ell_3,$$

где $R_{\text{пр}} = \sqrt{S_{\text{пр}}/3,14}$ — приведённый радиус выработки.

Забои шпуров не должны выходить за границу максимальных сжимающих напряжений, расположенной на расстоянии $(0,4-0,6) B$ от плоскости забоя. Здесь B – наибольшая ширина выработки в проходке. Длина врубовых шпуров увеличивается на 10–15% по сравнению со средней длиной шпура.

Количество шпуров:

$$N = \frac{1,27 S_{\text{пр}} q}{k_3 \gamma d_{\text{п}}^2 k_y} \text{ или } N = \frac{1,27 S_{\text{пр}} q}{k_3 \gamma d_{\text{п}}^2 k_y} + \sqrt{S_{\text{пр}}}, \quad (1.5)$$

где k_3 – средний коэффициент заряжания шпуров; γ – плотность ВВ в патронах; $d_{\text{п}}$ – диаметр патрона ВВ; k_y – коэффициент уплотнения ВВ в шпуре при заряжании, $k_y = 1,1$ – для стандартных патронов, $k_y = 1,2$ – патроны с разрезанной вдоль образующей оболочкой (в шахтах, не опасных по газу и пыли).

¹ «Сметные отраслевые нормы расхода материалов буровзрывного комплекса и шпуров при проходке горизонтальных, наклонных и других выработок». М. : Госстрой СССР, 1976.

Конструкция вруба определяется прочностными и структурными характеристиками горного массива, возможностями бурового оборудования. Можно воспользоваться рекомендациями таблицы 1.4; Приложение 3.2, таблица 3.3.

Таблица 1.4

Тип вруба	Шахтная атмосфера			
	невзрывоопасная		взрывоопасная	
	Коэффициент крепости пород			
	до 9	более 9	до 9	более 9
Клиновой	+		+	+
Двойной клиновой		+		+
Прямой	+		+	
Сложные прямые (ярусные, ступенчатые, секционные, с компенсационными скважинами)		+		
Комбинированные		+		

Наклонные врубы образуют шпур, пробуренные под углом к плоскости забоя выработки, который уменьшается с увеличением прочности породы (рис. 1.1).

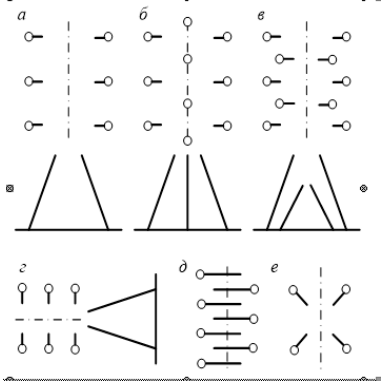


Рис. 1.1

Конструкции двухсторонних наклонных врубов:
a — вертикальный клиновой;
б — комбинированный; *в* — вертикальный двойной клиновой; *г* — горизонтальный; *д* — «ножницы»; *е* — пирамидальный.

Вертикальный клиновой вруб применяется в однородном горном массиве с напластованием или вертикальным направлением трещин. 2–10 шпуров вруба глубиной 1,8–2,6 м ориентируются под углом 65–80° к плоскости забоя. Обычно КИШ вруба в породах с $f = 10\text{--}5$ со-

ставляет 0,7–0,82, а при $f > 10$ не превышает 0,8 при величине заходки 1,5–2,2 м. Имеется опыт применения клинового вруба глубиной 2,5 м в породах $f = 10$ –12 с КИШ 0,83–0,89 и надёжностью $\xi = 0,91$ –0,93 при колонковом заряде из патронированного аммонита 6ЖВ.

В первом приближении параметры вертикального клинового вруба при глубине шпуров 1,2–2,0 м (аммонит № 6ЖВ, диаметры патрона ВВ 36 мм, шпура 42 мм) могут приниматься с учетом рекомендаций таблицы 1.5–1.7.

Таблица 1.5

Коэффициент крепости пород	Расстояние между шпурами в ряду, мм	Количество шпуров при площади сечения выработки в проходке		Угол наклона шпуров к плоскости забоя, градус
		до 12 м ²	более 12 м ²	
1–6	500	4	4–6	75–70
6–8	450	4–6	6–8	68
8–10	400	6–8	8–10	65
10–13	350	8–10	10–12	63
13–16	300	10–12	12–14	60
16–18	300	10–12	12–14	58
18–20	250	10–12	12–14	55

При других типах ВВ, диаметрах патрона ВВ и шпура принятое по таблице 1.5 расстояние между шпурами умножается на коэффициент

$$k = 1,25 \frac{d_{\text{п}}}{d_{\text{ш}}} \sqrt{e},$$

где e – коэффициент эффективности взрыва (табл. 1.6); $d_{\text{п}}$ – диаметр заряда; $d_{\text{ш}}$ – диаметр заряжаемого шпура.

Таблица 1.6

Тип ВВ	Коэффициент эффективности взрыва	Диаметр патрона, мм	Длина патрона, мм
Аммонит № 6ЖВ	1,00	32; 36	0,20–0,25
Аммонал М-10	1,15	32	0,2
Детонит М	1,27	32; 36	0,2–0,25

Тип ВВ	Коэффициент эффективности взрыва	Диаметр патрона, мм	Длина патрона, мм
Аммонал скальный № 1	1,18	32; 36	0,2–0,25
Аммонит АП-5ЖВ	0,82	36	0,3
Аммонит Т-19	0,72	36	0,3
Угленит Э-6	0,58	36	0,3
Угленит Э-12ЦБ	0,58	36	0,3
Ионит	0,44	36	0,3
Гранулит М	0,86	—	—
Гранулит АС-4В	1,07	—	—
Гранулит АС-8В	1,17	—	—
Гранулит-игданит	0,85	—	—

Минимальная высота вертикального наклонного вруба принимается не менее линии наименьшего сопротивления (далее по тексту ЛНС) отбойных зарядов, работающих на врубовую полость.

Предельная глубина вертикального клинового вруба при бурении шпуров электросверлами, перфораторами может приниматься по данным таблицы 1.7.

Таблица 1.7

Ширина вы- работки в проходке, м	Прочность породы, МПа						
	20–50	60–70	80–90	100–120	130–150	160–170	180–200
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	3,1	2,9	2,7	2,4	2,2	2,1

Длина, координаты устья и угол наклона шпуров наклонных врубов определяются с учётом размеров поперечного сечения выработки и технических возможностей бурильных установок (рис. 1.2). Если $\ell_{\text{шт}} \sin \alpha \geq \ell_{\text{отс}}$, то бурение шпуров вруба в выработке шириной B возможно при условии:

$$\ell_{шт} \leq \frac{B - 2(\nabla - t) - m}{2 \cos \alpha} \quad \text{или} \quad \ell_{шт} \leq \frac{B - 2(\nabla - t) - n}{2 \cos \alpha} - \ell_{ш};$$

в незакреплённой выработке ($t = 0$) и при $\ell_{шт} = \ell_{шп}$:

$$\ell_{шт} \leq \frac{B - 2n}{4 \cos \alpha} \quad \text{или} \quad h_{шт} \leq \frac{B - 2n}{4} - \operatorname{tg} \alpha,$$

здесь $\ell_{шт}$ – длина буровой штанги; $\ell_{шп}$; $h_{шп}$ – соответственно длина и глубина врубового шпура; B – ширина выработки в проходке; t – толщина крепи; $n = 0,1-0,2$ м – расстояние между забоями пары сходящихся шпуров; m – расстояния между устьями пары сходящихся шпуров; α – угол наклона шпура к плоскости забоя; Δ – расстояние от бурильной головки до крепи (породной поверхности); $\ell_{отс}$ – величина отставания возведения крепи от забоя выработки.

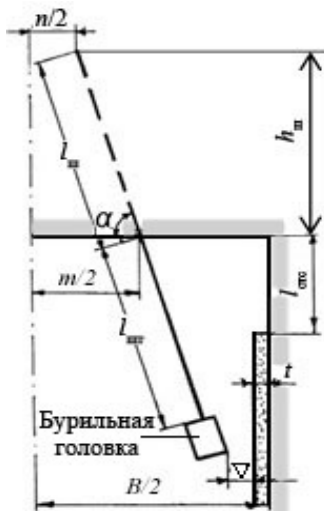


Рис. 1.2

Схема для определения параметров клинового вруба

При бурении врубовых шпуров переносными буровыми средствами врубовые шпуры бурятся комплектом буровых штанг (например, 0,5 м; 1,2 м; 2,0 м).

Первоначальное месторасположение вертикального клинового вруба можно определить, разделив ширину выработки тремя вертикальными линиями на 4 равные части. Средняя линия является осью симметрии поперечного сечения выработки и вруба, по крайним линиям намечают положения устьев отбойных шпуров. Для уменьшения разброса породы и вероятности повреждения крепи клиновой вруб смещают на 10–20 см от центра к почве выработки. Пары смежных шпуровых зарядов вруба инициируют одновременно.

При невозможности размещения клинового вруба в крепких и весьма крепких породах или из-за недостаточной ширины выработки применяется вертикальный двойной клиновой вруб (см. рис. 1.1в). Первый клин образуют шпуров глубиной равной линии наименьшего сопротивления с углом наклона α к плоскости забоя. Шпуров второго клина обычно составляют с плоскостью забоя угол $(\alpha + 10^\circ)$.

В монолитных крепких породах применяют комбинированный вруб, состоящий из вертикального одностороннего клинового вруба и по оси симметрии вруба нескольких прямых шпуров длиной $2/3$ глубины врубовых шпуров (см. рис. 1.1б). Заряды прямых шпуров взрывают первыми.

Горизонтальный клиновой вруб применяется в выработках относительно большой ширины и малой высоты (см. рис. 1.1г). При проведении выработок сечением $4-6 \text{ м}^2$ практикуется применение врубов «ножницы», пирамидальный (см. рис. 1.1д,е).

Пирамидальный вруб характеризуется концентрацией ВВ в вершине пирамиды, значительным метательным действием и применяется при проведении выработок сечением $4-6 \text{ м}^2$ в крепких породах (см. рис. 1.1е).

В комплекте шпуров с клиновым и пирамидальным врубом коэффициент заряжания шпуров обычно равен для врубовых шпуров $0,6-0,7$; для отбойных шпуров $0,6-0,5$ при глубине шпура до $2,5 \text{ м}$ и диаметре патрона ВВ $45-36 \text{ мм}$ и $0,4-0,35$ при глубине шпура более $2,5 \text{ м}$, диаметре патрона ВВ до 36 мм .

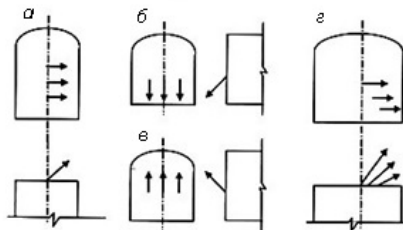


Рис. 1.3

Конструкции односторонних наклонных врубов:

a — боковой; *б* — нижний;
в — верхний; *г* — всеерный.

С учетом трещиноватости и слоистости вмещающего массива пород в выработках малой ширины или высоты могут применяться односторонние наклонные врубы (рис. 1.3).

Прямые врубы с компенсационным пространством работают по схеме последовательного расширения врубовой полости. Заряды ВВ в шпурах работают в направлении компенсационной (незаряженной) полости (шпур, скважина или группа скважин), последовательно расширяя врубовую полость до требуемых размеров. Для повышения эффек-

тивности взрыва в качестве компенсационной полости целесообразно использовать шпур увеличенного диаметра, а также систему незаряженных шпуров или скважину.

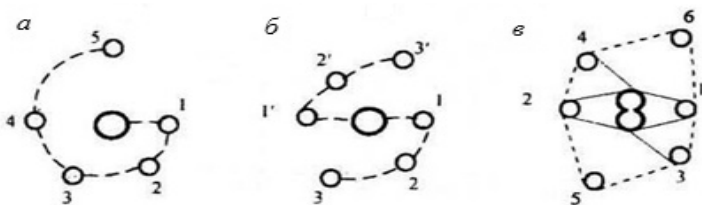


Рис. 1.4

Прямые врубы с компенсационной полостью:

a — спиральный; *б* — двойной спиральный; *в* — «Корромант».

Спиральный прямой вруб применяется в монолитных, крепких породах или с напластованием, параллельным забою выработки. Шпуровые заряды взрывают последовательно с интервалом времени, необходимым для разрушения породных перемычек между полостью и зарядами ВВ и выброса разрушенной породы из образующейся полости (рис. 1.4*a*). Диаметр незаряженной скважины принимается не менее 1,5 диаметра заряжаемых шпуров, что предотвращает «запрессовку» образовавшейся полости разрушенной породой.

В двойном спиральном врубе работа шпуровых зарядов дублируется, чем достигается повышение надежности работы вруба (рис. 1.4*б*).

Во врубе «Корромант», помимо дублирования, в качестве компенсационной полости используются две продольно-сопряженные скважины (шпура) что увеличивает объем компенсационной полости (рис. 1.4*в*). 2–5 сопряженных шпуров диаметром 52–58 мм образуют щель, на которую взрывают шпуровые заряды. Первый шпуровой заряд располагается на расстоянии 2–3 диаметра шпура (100–150 мм) от компенсационной полости. Второй и последующие шпуровые заряды ориентировочно располагаются на расстоянии 0,7–0,8 ширины предварительно образованной полости. Эта последовательность образования врубовой полости определяет координаты устьев последующих шпуров вруба. Шпуры располагают на расстоянии меньшем пробивного расстояния.

Важнейшим параметром прямых врубов с компенсационным пространством является пробивное расстояние (расстояние между компенсационной полостью и заряженным шпуром):

$$W_1 = \left(\frac{4,2}{e} - 0,2f \right) d_{\text{ск}} + d_{\text{ш}},$$

где $d_{\text{скв}}$ – диаметр компенсационной скважины, см; $d_{\text{ш}}$ – диаметр заряженного шпура, см; $e = 380/A$ – относительная работоспособность ВВ, здесь A – работоспособность ВВ, см³.

Для шпуров диаметром 42 мм и сплошного колонкового заряда из патронов аммонита 6ЖВ диаметром 32 мм пробивные расстояния W_1 (числитель), W_2 (знаменатель) можно принимать по данным таблицы 1.8.

Таблица 1.8

Диаметр компенсационной полости, мм	Коэффициент крепости пород						
	2–5	6–7	8–9	10–12	13–15	16–17	18–20
42	115/170	100/150	90/140	80/130	60/120	60/115	55/110
51	125/180	110/160	100/150	90/140	80/130	70/120	65/115
56	150/210	130/180	110/170	95/160	90/150	85/140	75/130
75	170/260	150/210	130/200	105/185	100/170	95/150	85/140
105	190/300	170/260	150/240	120/215	110/200	105/185	95/175
125	230/340	200/300	170/270	140/250	120/230	110/220	100/215

Для других диаметров шпуров, заряда или типа ВВ пробивное расстояние W_1 умножается на коэффициент

$$k = 1,25 \frac{d_{\text{п}}}{d_{\text{ш}}} \sqrt{e},$$

где e – коэффициент эффективности взрыва (см. табл. 1.6); $d_{\text{п}}$ – диаметр заряда; $d_{\text{ш}}$ – диаметр заряжаемого шпура.

При глубине шпуров до 2,5 м рекомендуется принимать диаметр компенсационной полости не более 50–60 мм, до 3 м – 70–105 мм, до 4 м – 105–125 мм, что обеспечивает КИШ 0,86–0,90.

Пробивные расстояния для последующих зарядов во врубе (W_2, \dots, W_n) принимаются равными 0,8 наибольшего линейного размера полости, образованной взрывом предыдущего заряда. Например, пробивное расстояние для заряда спирального вруба, взрываемого вторым, можно определить по данным таблицы 1.8 или по зависимости $W_2 = 0,8(W_1 + D_{\text{п}} + d_{\text{ш}})$.

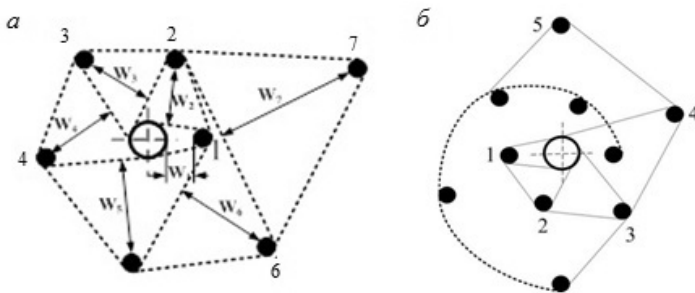


Рис. 1.5

Последовательность образования врубной полости:

a — прямой спиральный вруб; *б* — двойной спиральный вруб.

Линия наименьшего сопротивления колонковых зарядов при взрывании по породам любой прочности на ограниченную открытую поверхность (компенсационную полость)

$$W = W_0(1 - e^{d/w_0}),$$

где W_0 — линия наименьшего сопротивления колонкового заряда ВВ при взрывании на неограниченную открытую поверхность; d — поперечный размер (диаметр) ограниченной открытой поверхности.

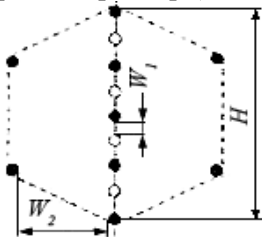


Рис. 1.6

Щелевой вруб

Щелевой вруб применяется при проведении выработок по крепким и средней крепости породам и состоит из шпуров глубиной 2,5–4,0 м, но не более ширины выработки, заряжаемых через один и взрываваемых одновременно (рис. 1.6).

В щелевом врубе пробивное расстояние W_1 принимается по таблице 1.8 или из зависимости

$$W_1 = k d_{\text{ш}} \sqrt{\frac{\gamma_{\text{ВВ}}}{e \gamma_{\text{п}}}},$$

где k — коэффициент, учитывающий акустическую жесткость породы:

Коэффициент крепости пород	1–6	6–8	8–10	10–13	13–16	16–18	20
Коэффициента акустической жесткости породы	9	8	7	6	5	4	3

$d_{\text{ш}}$ – диаметр шпура; e – относительная работоспособность ВВ; $\gamma_{\text{ВВ}}$; $\gamma_{\text{п}}$ – плотности ВВ и породы; $W_{\text{отб}}$ – ЛНС отбойного шпурового заряда, взрывающегося на врубовую полость.

Количество заряжаемых и холостых шпуров одинакового диаметра определяются из соответствующих зависимостей:

$$N_3 = \frac{H}{2(W_1 + d_{\text{ш}})} + 1; \quad N_x = \frac{H}{2(W_1 + d_{\text{ш}})},$$

где H – высота вруба; остальные обозначения, что и ранее.

Длина врубовой щели принимается не менее

$$H = 1,4W_{\text{отб}}.$$

В породах любой прочности для различной площади сечения выработки высокие показатели имеет целевой вруб высотой 1000 мм с пробивным расстоянием $W_2 = 500$ мм и расстоянием между шпурами по вертикали 700–800 мм. Ряд отбойных шпуровых зарядов, расширяющих врубовую полость, размещают на расстоянии $(0,7-0,8)W_{\text{отб}}$ от щели.

С учетом возможных отклонений фактического направления шпуров от проектного для сохранения постоянства КИШ необходимо увеличивать объём компенсационного пространства. Объём компенсационного пространства при глубине шпуров более 3 м и их отклонении от проектного направления более чем на 2° должен быть не менее

$$V_{\text{ш}} = \left(\frac{\eta \ell_{\text{ш}}}{9,35} \right)^3 \exp(0,54\delta)^3,$$

где δ – отклонение забоя шпура от проектного положения, м.

Количество компенсационных скважин (шпуров) во врубе для пород с $f = 10-18$ принимается не менее

$$V_{\text{ш}} = \left(\frac{\eta \ell_{\text{ш}}}{9,35} \right)^3 \frac{1}{V_{\text{к}}},$$

где η – КИШ; $\ell_{\text{ш}}$ – средняя глубина шпуров, м; $V_{\text{к}}$ – объём компенсационной полости, м³.

В крепких и весьма крепких породах длина компенсационных скважин принимается на 0,3–0,9 м больше длины заряженных шпуров. Большее значение перебура скважин должно соответствовать более

прочным породам. Размещение в перебуре скважины ВВ массой до 1 кг повышает эффективность взрыва при глубоких заходках.

Отбойные шпury ориентируют перпендикулярно плоскости забоя, реже под углом 75–85°. Устья шпуров размещаются на контурах подобных очертанию поперечного сечения выработки. Первый ряд отбойных шпуров отстоит от врубовой полости на расстоянии не более её диаметра или величины наименьшего сопротивления (ЛНС):

$$W = \frac{32 d_{\text{п}}}{\sqrt[4]{f}} \sqrt[n]{e_0}, \quad (1.6)$$

где $d_{\text{п}}$ – диаметр патрона ВВ, мм; n – количество открытых поверхностей, $n = 1$ – для врубовых шпуровых зарядов, $n = 2$ – для отбойных и оконтуривающих шпуровых зарядов; $e_0 = Q/3,561$ – относительная энергия взрыва ВВ, здесь Q – энергия (теплота) взрыва, МДж/кг.

Расстояние между отбойными шпурами в ряду

$$a_{\text{отб}} = (0,8 \dots 1,0) W_{\text{отб}},$$

где 0,8–1,0 – коэффициент сближения шпуров.

Параметры оконтуривающих шпуров определяются графически (рис. 1.7). Угол скола массива на контуре выработки в породах с $1,3 \leq f \leq 13$ изменяется от 2° до 20°:

$$\beta = \frac{f}{0,004 f^2 - 0,049 f + 0,608}. \quad (1.7)$$

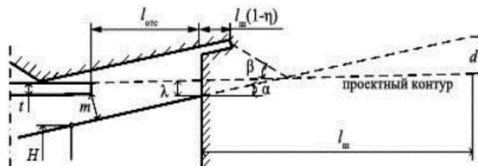


Рис. 1.7

Схема к определению положения оконтуривающих шпуров:

- $l_{\text{ш}}$ — глубина шпура; η — КИШ; β — угол скола породы;
- α — угол наклона шпура; λ — расстояние от устья шпура
- от проектного контура выработки; t ; $l_{\text{отс}}$ — толщина и отставание крепи от забоя;
- H — высота зоны параллельного бурения шпуров;
- m — допустимое приближение оси буровой штанги к крепи;
- d — линейное отклонение фактического контура выработки от проектного.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru