

Министерство науки и образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра открытых горных работ

Составители
И. Б. Катанов, А. А. Сысоев

РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ВЗРЫВОМ

Методические указания к практическим занятиям

Рекомендовано учебно-методической комиссией
специальности 21.05.04 Горное дело, специализация /
направленность (профиль) Открытые горные работы,
в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2020

Рецензенты

Селюков А. В. – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой открытых горных работ, председатель учебно-методической комиссии специализации/направленности (профиля) Открытые горные работы

Ренев А. А. – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой разработки месторождений полезных ископаемых, председатель учебно-методической комиссии специальности 21.05.04 Горное дело

Катанов Игорь Борисович

Сысоев Андрей Александрович

Разрушение горных пород взрывом : методические указания к практическим занятиям для обучающихся специальности 21.05.04 Горное дело, специализация/направленность (профиль) Открытые горные работы / сост. И. Б. Катанов, А. А. Сысоев; Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Электрон. издан. – Кемерово, 2020. – Текст : электронный.

Методические указания предназначены для формирования навыков, необходимых непосредственно в будущей работе, и ознакомления студентов с деятельностью промышленных предприятий по добыче твердых полезных ископаемых, связанной с безопасным ведением разрушения горных пород взрывом при подготовке горной массы к выемке.

Методические указания включают краткие теоретические материалы, задания для практических занятий, примеры с решениями и вопросы для проверки знаний, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

© Кузбасский государственный
технический университет
имени Т. Ф. Горбачева, 2020
© Катанов И. Б., А. А. Сысоев,
составление, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ. Требования к оформлению отчетов	4
1. Практическая работа № 1	
1.1. Изучение технологических свойств вскрышных пород угольных месторождений	5
1.2. Выбор средств бурения взрывных скважин	6
1.3. Составление рецептуры зарядов из промышленных ВВ	9
1.4. Расчет основных параметров скважинных зарядов	9
1.5. Оценка качества дробления породы взрывом	17
1.6. Определение интервалов замедления короткозамедленного взрывания	18
Контрольные вопросы	19
2. Практическая работа № 2	
2.1. Изучение неэлектрических средств инициирования скважинных зарядов	20
2.2. Изучение электронных средств инициирования скважинных зарядов	
Контрольные вопросы	22
3. Практическая работа № 3. Расчет параметров опасных зон при взрывании скважинных зарядов	24
3.1. Определение зон, опасных по разлёту отдельных кусков породы	24
3.2. Расчет расстояний, опасных по сейсмическому действию взрыва	26
3.3. Определение расстояний, опасных по действию ударной воздушной волны	27
Контрольные вопросы	27
4. Практическая работа № 4. Определение скорости детонации методом Дотриша	
Контрольные вопросы	38
5. Практическая работа № 5. Определение работоспособности ВВ	
Контрольные вопросы	30
6. Практическая работа № 6. Определение бризантности ВВ	31
Контрольные вопросы	33
Список рекомендуемой литературы	33
Приложения	35

ВВЕДЕНИЕ

Цель практических занятий состоит в том, чтобы студенты получили компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины, позволяющие принимать технические и технологические решения при разрушении горных пород в результате массового взрыва на открытых работах.

Практические работы предусматривают выполнение заданий по вариантам. Номер варианта (табл. 1) соответствует порядковому номеру студента в списке группы, в которой он числится.

К выполнению задания следует приступать после изучения соответствующего теоретического материала по теме.

В приложениях приведены справочные материалы.

Отчеты необходимо оформлять в рабочих тетрадях формата А4. Титульный лист (приложение 1) должен содержать наименование вуза, кафедры, дисциплины, номер варианта, фамилию, имя, отчество студента.

Контроль за результатами выполненных работ осуществляется в виде собеседования с использованием контрольных вопросов и тестов.

Студенты очной формы обучения в течение семестра выполняют практические работы (32 ч), а студенты заочной формы обучения самостоятельно изучают материал к практическим работам (63 ч), а затем в течение установочной сессии выполняют практические работы с использованием стендов и макетов (10 ч).

Практическая работа № 1

1.1. Изучение технологических свойств вскрышных пород угольных месторождений

Цель. Определить категорию пород по блочности и их обводненность.

Теория. К основным технологическим свойствам вскрышных пород, оказывающим определяющее влияние на качество взрывной подготовки их выемке, относятся: блочность массива, характеризующаяся диаметром естественной отдельности в массиве; прочность пород, определяемая пределом их прочности на сжатие; обводненность, оцениваемая коэффициентом влияния обводненности пород.

Для осадочных пород типичным является наличие трех систем трещин: трещин напластований и двух систем трещин, секущих напластования практически перпендикулярным напластованию, что обуславливает их блочную структуру (рис. 1.1). Секущие трещины 2 в слоях напластований 1 формируют в массиве блочную структуру из естественных отдельностей.

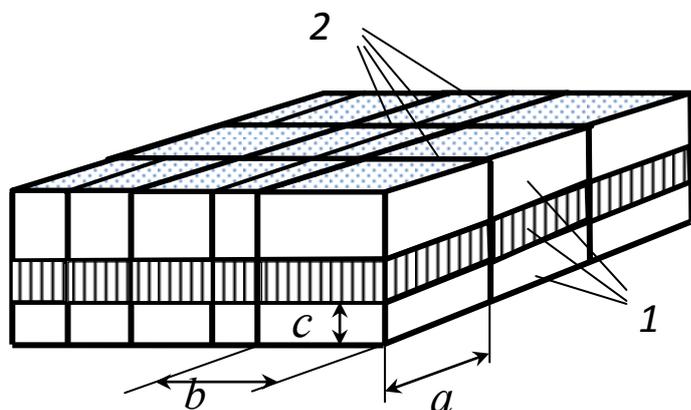


Рис. 1.1. Схема к определению диаметра естественной отдельности:

a – длина; b – ширина;
 c – высота отдельности

Диаметром естественной отдельности в массиве называется средневзвешенный по объему максимальный линейный размер совокупности отдельностей массива.

В общем случае для осадочных пород угольных разрезов существует статистическая закономерность для определения объемным методом диаметра естественной отдельности:

$$d_e = 1,53 c_{cp} \left(1 + \frac{k}{3}\right), \quad (1.1)$$

где c_{cp} – среднее расстояние между трещинами напластований, м; k – коэффициент, равный 3, при объемном методе измерения естественных отдельностей.

Между диаметром естественной отдельности и прочностью, а также крепостью по шкале проф. М. М. Протодяконова для пород, слагающих массивы угольных месторождений, существует взаимосвязь:

$$\sigma_{сж} = \frac{d_e}{0,02}; \quad d_e = 0,2 f, \quad (1.2)$$

где $\sigma_{сж}$ – предел прочности пород на сжатие, МПа; f – коэффициент крепости породы по шкале проф. М. М. Протодяконова, ед.

$$f = 0,1 \sigma_{сж} . \quad (1.3)$$

Вскрышные породы угольных разрезов разделены на пять категорий по блочности (приложение 2).

Обводненность пород определяется по высоте столба воды в скважинах. При высоте столба воды в пределах 2-х метров скважины считаются сухими.

Вывод по работе о том, в каких горнотехнических условиях проектируется массовый взрыв.

1.2. Выбор средств бурения взрывных скважин

Цель. Определить рациональный диаметр скважин.

Теория. Обеспечение рациональной степени взрывной подготовки пород к выемке экскаваторами с различной вместимостью ковша на угольных разрезах достигается применением соответствующих диаметров скважинных зарядов.

Таблица 1.1

Исходные данные

Наименование параметра	Варианты задания					
	1	2	3	4	5	6
1. Тип экскаватора	ЭКГ-5	ЭКГ-8И	ЭКГ-10	ЭКГ-12	ЭКГ-15	ЭКГ-20А
2. Длина блока $L_{\text{бл}}$, м	80	90	100	85	92	103
3. Среднее расстояние между трещинами напластований $c_{\text{ср}}$, м	0,4	0,2	0,3	0,6	0,35	0,5
4. Высота столба воды в скважине $h_{\text{в}}$, м	2,8	3,0	2,8	2,8	5,7	3,2
5. Ширина взрываемого блока $A_{\text{бл}}$, м	43	47	38	40	39	41
6. Угол между направлением скорости упругой волны в массиве и линией откоса уступа α_0 , град	45	90	60	30	75	65
7. Плотность забойки $\rho_{\text{заб}}$, кг/м ³	1800	1600	1700	1990	2000	1900
8. Показатель характеристики грунта в основании охраняемого объекта $K_{\text{г}}$	12	15	20	12	20	15
9. Тип охраняемого объекта $K_{\text{с}}$	1,5	2,0	1,5	2,0	1,5	2,0
10. Номер блока на схеме проведения массового взрыва (рис. 2.1)	4	7	8	9	5	3
11. Длина заряда ВВ L , мм	260	280	265	270	250	275
12. Скорость детонации ДШ $V_{\text{дш}}$, км/с	6,1	6,0	6,2	6,5	6,3	6,5
13. Расстояние Δh , мм	210	220	215	225	200	215
14. Объем полости $V_{\text{пвв}}$, см ³	402	421	412	425	416	419
15. Температура атмосферы, град.	0	2	4	6	8	10
16. Высота столбика после обжатия $H_{\text{в}}$, мм	40	42	43	44	45	46

Продолжение таблицы 1.1

№ п/п	Варианты задания								
	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	ЭКГ-10	ЭКГ-12	ЭКГ-15	ЭКГ-20	РН-2800	WK-34	ЭКГ-17	ЭКГ-15	ЭКГ-5Н
2	100	100	105	80	115	120	85	90	85
3	0,3	0,5	0,4	0,45	0,55	0,4	0,29	0,1	0,26
4	2,8	5,9	2,4	8,3	4,8	9,9	3,9	3,1	2,6
5	38	43	46	38	40	42	41	46	35
6	60	75	60	45	50	30	45	90	75
7	1700	1600	1500	1700	1800	1900	1600	2000	2100
8	20	12	20	15	12	20	15	12	20
9	1,5	1,5	2,0	1,5	2,0	1,5	2,0	1,5	2,0
10	8	2	1	11	12	13	14	10	6
11	270	290	300	295	340	350	310	335	285
12	6,5	6,7	6,0	6,3	6,5	6,4	6,0	6,2	6,5
13	225	220	225	222	228	216	233	219	206
14	425	423	417	425	432	444	455	438	446
15	6	15	18	20	25	30	28	24	21
16	44	43	42	41	45	41	40	43	44

В настоящее время на большинстве карьеров скважины могут быть пробурены станками шарошечного бурения (приложение 3).

Диаметр взрывных скважин рекомендуется выбирать в соответствии с категорией вскрышных пород по блочности (приложение 4) по ГОСТ 20692-2003 «Долота шарошечные», (мм): 98,4; 114,3; 117,5; 120,6; 127,0; 130,2; 132,0; 139,7; 146,0; 151,0; 161,0; 165,1; 171,4; 187,3; 190,5; 200,0; 212,7; 215,9; 222,3; 238,1; 241,3; 244,5; 250,8; 269,9; 295,3; 304,8; 311,1; 320,0.

Вывод по работе о том, какой выбран буровой станок и диаметр бурения по долоту.

1.3. Составление рецептуры зарядов из промышленных ВВ

Цель: Выбрать рациональный ассортимент ВВ для скважинных зарядов.

Теория. В сухих скважинах и при высоте столба воды до 2 м выбирают неводоустойчивое ВВ. В остальных случаях для заряжения обводненной части скважины используется водоустойчивое ВВ, а выше уровня воды скважину можно заряжать и неводоустойчивым ВВ (приложение 5).

Вывод по работе о том, какие ВВ выбраны для заряжения скважин.

1.4. Расчет основных параметров скважинных зарядов

Цель. Обосновать удельный расход ВВ, параметры сетки скважин и угол их наклона.

Теория. К основным параметрам буровзрывных работ относятся: диаметр скважины, высота уступа, длина скважины, угол ее наклона относительно горизонта, глубина перебура, расстояние между скважинами и рядами скважин, величина линии сопротивления по подошве уступа и число рядов скважин, размеры заряда ВВ с учетом его конструкции, длина забойки, масса заряда ВВ в скважине (рис. 1.2 и 1.3).

Высота уступа (м) рекомендуется принимать кратно 5 м и зависимости от типа выемочно-погрузочного оборудования,

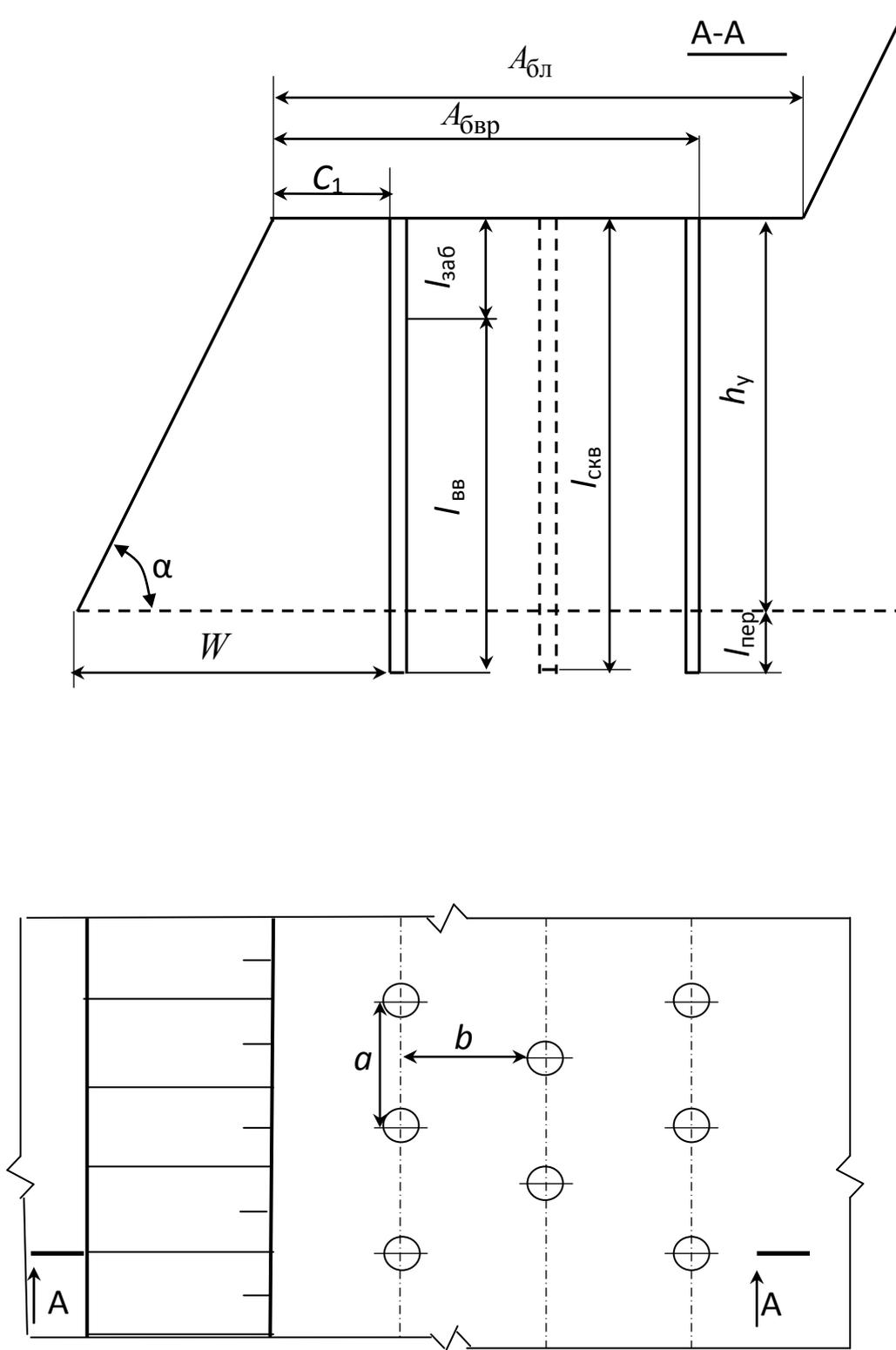


Рис. 1.2. Схема пространственного расположения вертикальных скважин по шахматной сетке

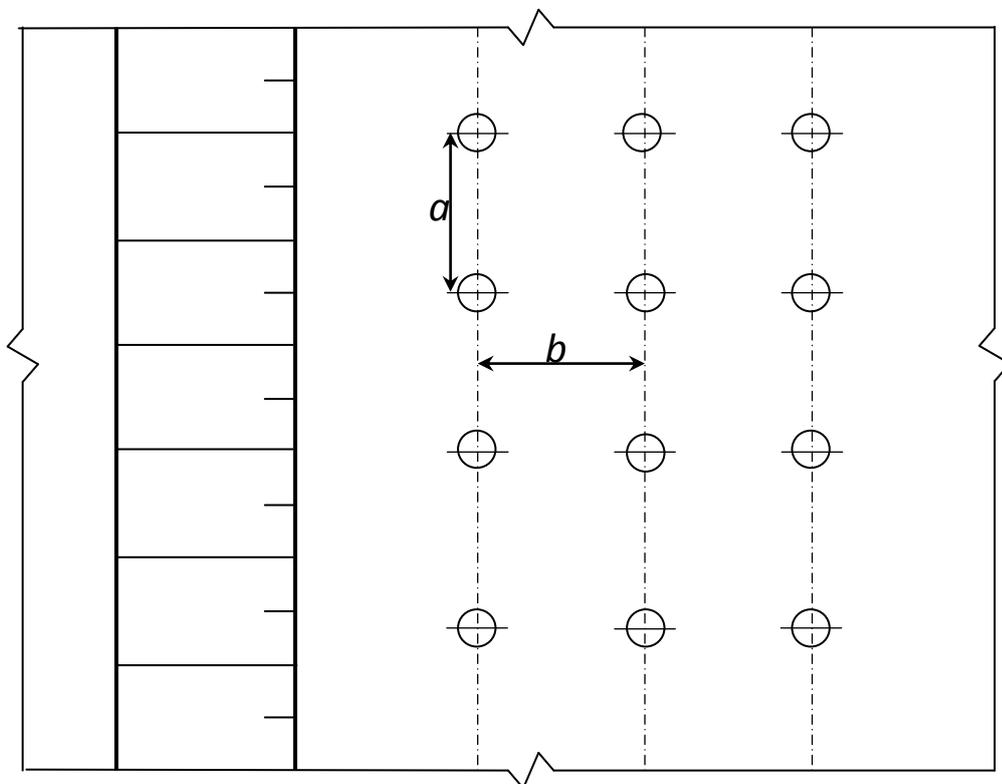
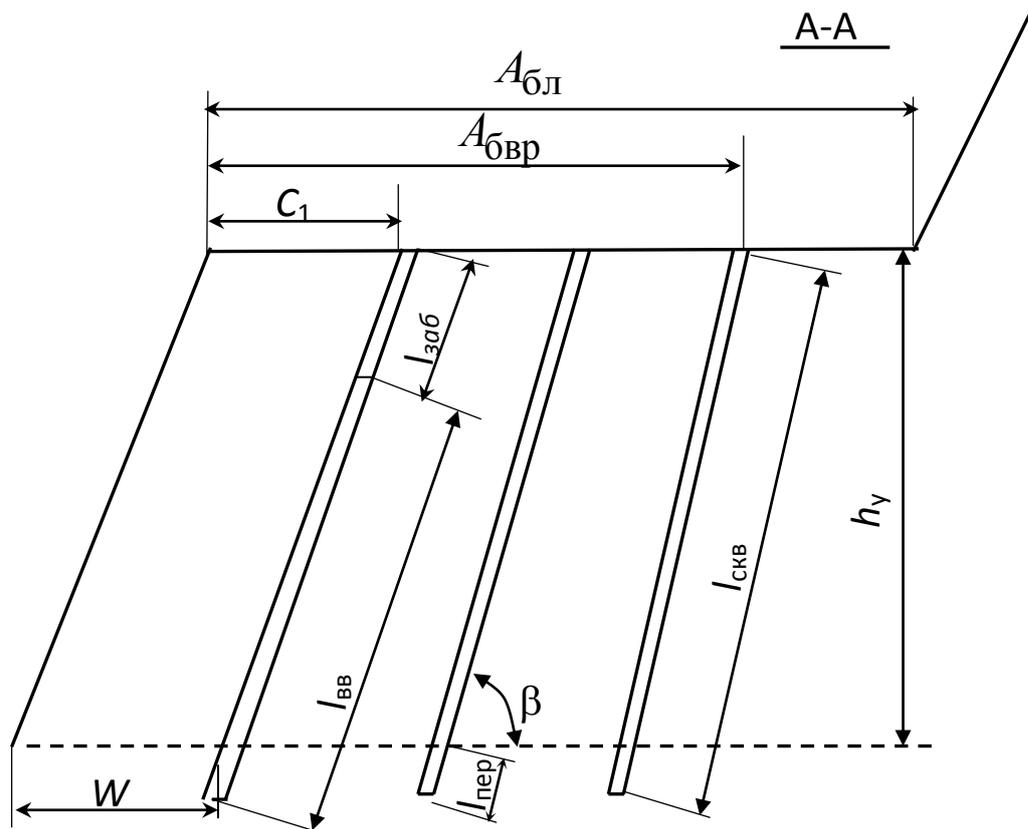


Рис. 1.3. Схема пространственного расположения наклонных скважин по прямоугольной сетке

$$h_y \leq 1,5H_{\text{чmax}}, \quad (1.4)$$

где $H_{\text{чmax}}$ – высота черпания, м (приложение б).

Глубина перебура скважин

$$l_{\text{пер}} = (0,6f + 3)d_{\text{д}} = 3d_{\text{д}}(1 + d_{\text{е}}), \quad (1.5)$$

где f – коэффициент крепости породы по шкале проф. М. М. Протоdjяконова, ед.; $d_{\text{д}}$ – диаметр скважины по долоту, м; $d_{\text{е}}$ – диаметр естественной отдельности, м.

Длина скважин, м:

$$l_{\text{скв}} = \frac{h_y + l_{\text{пер}}}{\sin \beta}, \quad (1.6)$$

где h_y – высота уступа, м; β – угол наклона скважин относительно горизонта, град.

Угол наклона скважин к горизонту β рекомендуется принимать:

- в породах I категории по блочности $\beta = 90$ град;
- в породах II-V категории по блочности $\beta = 75$ град.

Длина забойки устанавливается из условия максимально возможной передачи дробящего действия взрыва разрушаемому массиву, м:

$$l_{\text{заб}} = 0,6d_{\text{д}}f + 25 \cdot \frac{d_{\text{д}}^{0,75}}{f^{0,5}}. \quad (1.7)$$

Длина колонки заряда ВВ сплошной конструкции, м:

$$l_{\text{ВВ}} = l_{\text{скв}} - l_{\text{заб}}. \quad (1.8)$$

Масса скважинного заряда, кг:

$$Q_3 = P \cdot l_{\text{ВВ}}, \quad (1.9)$$

где P – вместимость 1 м скважины, кг.

Расчетная вместимость скважины, кг/м:

$$P = \frac{\pi \cdot [(1 + \Delta_{\text{скв}})d_{\text{д}}]^2}{4} \rho_{\text{ВВ}} \cdot 1000, \quad (1.10)$$

где $\pi = 3,14$; $\rho_{\text{ВВ}}$ – плотность ВВ, т/м³; $d_{\text{д}}$ – диаметр бурения по долоту, м; $\Delta_{\text{СКВ}}$ – относительное превышение фактического диаметра скважины над диаметром бурения по долоту, дол. ед.

При шарошечном или пневмоударном бурении относительное превышение фактического диаметра скважин над диаметром бурения по долоту составляет:

$$\Delta_{\text{СКВ}} = \frac{0,12}{1 + 0,0045 f^{2,7}}. \quad (1.11)$$

При взрывании вскрышных пород используются сплошные однородные и комбинированные заряды. В комбинированных зарядах обводнённая часть скважины заряжается водоустойчивыми ВВ, сухая часть – неводоустойчивыми ВВ.

Сплошные простые и комбинированные заряды (рис. 1.4, а). В состав простых зарядов входят взрывчатые вещества одной марки и промежуточный детонатор. Комбинированные сплошные заряды формируются из взрывчатых веществ двух или более марок и промежуточных детонаторов, расположенных в каждой части заряда.

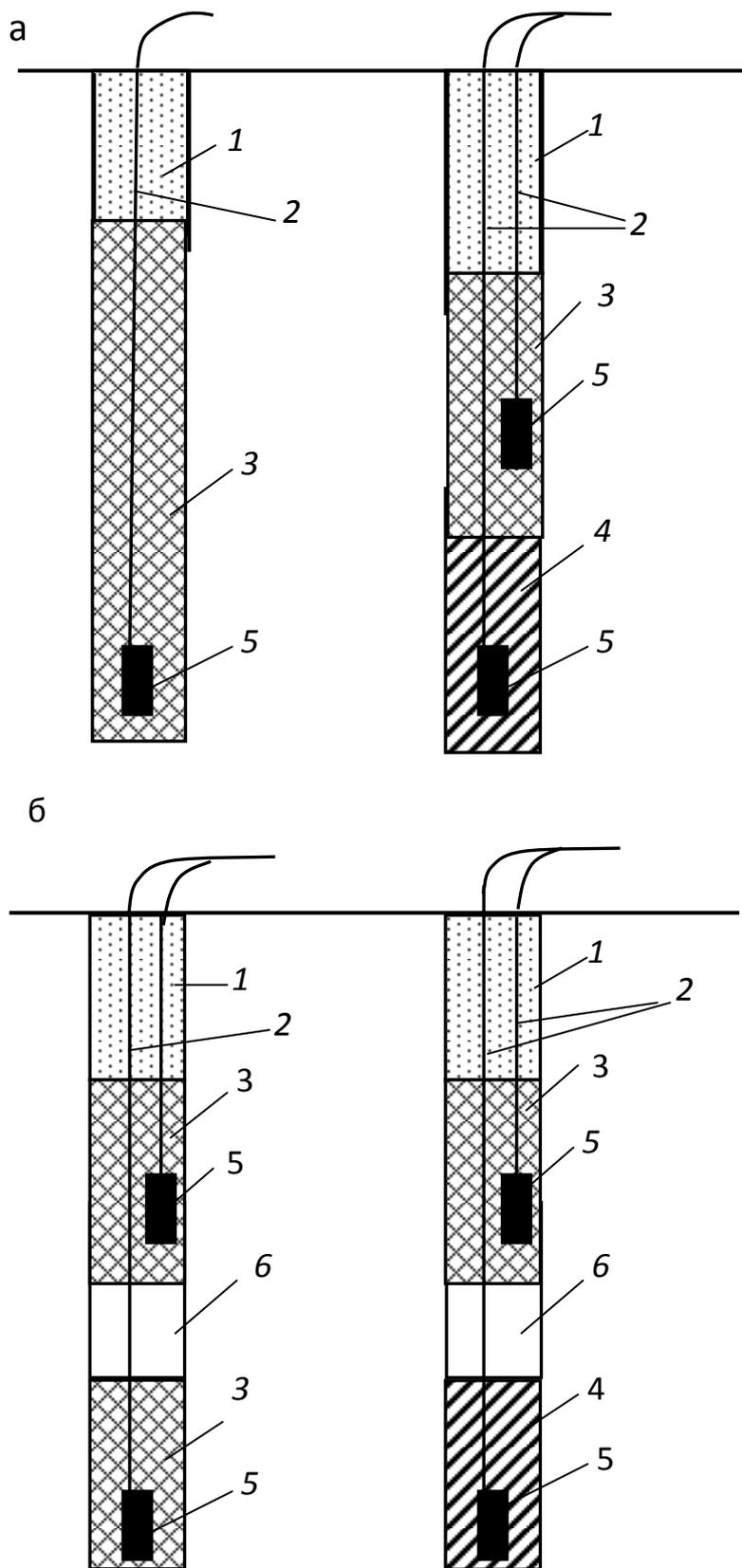
При высоте уступа более 15 м для качественной подготовки породы к выемке заряд ВВ целесообразно рассредоточивать воздушным или иным инертным промежутком на части.

При рассредоточении колонки заряда ВВ на две части длину воздушного промежутка рассредоточения ($l_{\text{пр.р}}$, м) целесообразно принимать:

- для легко взрывааемых пород $(0,3-0,4)l_{\text{ВВ}}$;
- для пород средней взрываемости $(0,2-0,3)l_{\text{ВВ}}$;
- для трудно взрывааемых пород $(0,15-0,2)l_{\text{ВВ}}$.

Масса нижней и верхней частей рассредоточенного заряда составят:

$$Q_{\text{з.р}}^{(\text{Н})} = 0,65 \cdot P \cdot (l_{\text{ВВ}} - l_{\text{пр.р}}); \quad Q_{\text{з.р}}^{(\text{В})} = 0,35 \cdot P \cdot (l_{\text{ВВ}} - l_{\text{пр.р}}), \quad (1.12)$$



*Рис. 1.4. Конструкции скважинных зарядов:
 а – сплошных; б – рассредоточенных: 1 – забойка; 2 – ДШ, УВТ или электропровод; 3 – гранулированное ВВ; 4 – эмульсионное ВВ; 5 – ПД; 6 – инертный промежуток*

где $l_{\text{ВВ}}$ – длина сплошного заряда, м; $l_{\text{пр.р}}$ – длина промежутка рассредоточения, м.

Рассредоточенные простые и комбинированные заряды представлены на рис. 1.4, б.

Определение *расчетного удельного расхода ВВ*

$$q_p = k_{\text{ВВ}} \cdot f \cdot [1 + 0,15(0,2f - 1)k_{\text{обВ}}] \cdot (x_1 d_d + x_2) E^{x_3}, \quad (1.13)$$

где $k_{\text{ВВ}}$ – поправочный коэффициент работоспособности ВВ относительно эталонного (приложение 5), ед.; f – коэффициент крепости взрываеваемой породы по шкале проф. М. М. Протодьяконова; d_d – диаметр скважин по долоту, м; x_1, x_2, x_3 – безразмерные коэффициенты, определяющие значимость типоразмеров оборудования экскаватора (табл. 1.2); $k_{\text{обВ}}$ – коэффициент обводненности, дол. ед.;

Таблица 1.2

Значения безразмерных коэффициентов

Типоразмер экскаватора	Значения коэффициентов		
	x_1	x_2	x_3
ЭКГ, $E \leq 20$	0,51	-0,003	-0,11
ЭКГ, $E > 20$	0,346	+0,003	0
ЭКГ-у, -ус	0,50	-0,002	-0,09
ЭГО	0,50	-0,0065	-0,05
ЭШ	0,55	-0,004	-0,08

Коэффициент обводненности скважины:

$$k_{\text{обВ}} = \frac{h_{\text{В}}}{l_{\text{СКВ}}}. \quad (1.14)$$

где $h_{\text{В}}$ – высота столба воды, м; $l_{\text{СКВ}}$ – глубина скважины, м.

Расчетные размеры сетки скважин:

$$a = \left(\frac{m \cdot Q_3}{q_p \cdot l_{\text{СКВ}} \cdot \sin \beta} \right)^{0,5}; \quad b = \frac{a}{m}, \quad (1.15)$$

где a – расстояние между скважинами в ряду, м; b – расстояние между рядами скважин, м; q_p – расчетный удельный расход ВВ, кг/м³; β – угол наклона скважин, град.; Q_3 – масса скважинного заряда, кг; m – коэффициент сближения скважин (для легко взрывааемых пород $m = 1,15$; для пород средней взрывааемости $m = 1,0$ и для трудно взрывааемых пород $m = 0,9$).

Форму сетки скважин рекомендуется устанавливать с учетом угла между направлением максимальной скорости упругой волны в массиве и линией откоса уступа (рис. 1.5). Если этот угол находится в интервале от 30 до 60 град., следует принимать прямоугольную сетку скважин. В остальных случаях принимают шахматную сетку скважин.

Количество рядов скважин в типовых условиях определяется применяемой технологией. Так при транспортной технологии принимают от 3 до 7 рядов, а при бестранспортной до 10 рядов скважин.

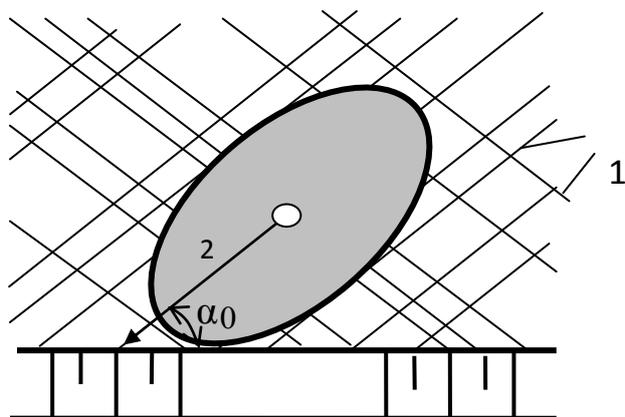


Рис. 1.5. Взаимосвязь между трещиноватостью массива и скоростью продольной волны:

1 – следы систем секущих трещин;
2 – направление максимальной скорости продольной волны в массиве;
 α_0 – угол встречи направления максимальной скорости продольной волны в массиве с верхней бровкой откоса уступа

Количество рядов скважин (шт.) принимается как целая часть отношения

$$n = A_{\text{бл}} / b, \quad (1.16)$$

где $A_{\text{бл}}$ – ширина взрываемого блока, м.

Затем уточняется ширина буровзрывной заходки, м

$$A_{\text{бвр}} = b \cdot n. \quad (1.17)$$

Линия сопротивления по подошве уступа, м

$$W_{\text{б}} \leq W \leq W_{\text{max}}, \quad (1.18)$$

$$W_{\bar{6}} = h_y \cdot (\operatorname{ctg}\alpha - \operatorname{ctg}\beta) + C_1; \quad W_{\max} = (50 - 8,5 \cdot d_e) \cdot d_d, \quad (1.19)$$

где h_y – высота уступа, м; $W_{\bar{6}}$ – линия сопротивления по подошве уступа из условия обеспечения безопасного бурения первого ряда, м; W_{\max} – максимально преодолеваемая линия сопротивления по подошве уступа, м; α – угол откоса уступа, град; β – угол наклона скважин, град; $d_{\text{СКВ}}$ – диаметр скважины по долоту, м; C_1 – минимально допустимое расстояние от оси скважины от верхней бровки уступа, м;

$$C_1 = h_y (\operatorname{ctg}\alpha_y - \operatorname{ctg}\alpha) \geq 3, \quad (1.20)$$

где α, α_y – соответственно рабочий и устойчивый углы откоса уступа, град. (при отработке скальных пород принимают $\alpha = 75$ град.; $\alpha_y = 60$ град.).

Проектный удельный расход применяемого ВВ, кг/ м³:

$$q_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{зар.р}}}{a \cdot b \cdot l_{\text{СКВ}}}. \quad (1.21)$$

На основании выполненных расчетов необходимо изобразить схему пространственного расположения скважин с нанесением параметров сетки (см. рис. 1.2 и 1.3) и конструкцию скважинного заряда (см. рис. 1.4 а, б).

1.5. Оценка качества дробления породы взрывом

Прогноз оценки качества дробления породы в развале при массовом взрыве можно провести по расчету *диаметра среднего по объему куска взорванной горной массы*, м:

$$d_{\text{ср}} = \frac{5d_d d_e}{5d_d + \frac{q_{\text{пр}}}{k_{\text{ВВ}}} d_e}, \quad (1.22)$$

где d_d – диаметр скважин по долоту, м; d_e – диаметр естественной отдельности, м; $q_{\text{пр}}$ – проектный удельный расход применяемого ВВ, кг/ м³; $k_{\text{ВВ}}$ – поправочный коэффициент работоспособности ВВ, ед.

Степень дробления массива определяется из условия по обеспечению заданной технической производительности экскаватора при разрушении естественных отдельностей до кусков необходимого размера

$$Z_p = d_e / d_{cp}. \quad (1.23)$$

Ожидаемая ширина развала взорванной породы (м):

$$B = A_{\text{бвр}} + (11 - 0,055\beta)\sqrt{h_y}, \quad (1.24)$$

где $A_{\text{бвр}}$ – ширина буровзрывной заходки, м; β – угол наклона скважин к горизонту, град.; h_y – высота вскрышного уступа, м.

1.6. Определение интервалов замедления короткозамедленного взрывания

Цель. Выбор рациональных интервалов замедления.

Теория. Интервал замедления между инициированием зарядов смежных скважин в ряду должен превышать время замедления взрывов зарядов смежных рядов

$$t_a > t_b \quad (1.25)$$

где t_a – интервал замедления между скважинными зарядами в магистральном ряду, мс; t_b – интервал замедления между рядами скважинных зарядов, мс.

Ориентировочно интервал замедления в магистральном ряду, необходимый для образования трещин, определяется

$$t_a = 20a / C; \quad t_b = 20b / C, \quad (1.26)$$

где a – расстояние между скважинами в ряду, м; C – скорость продольной волны в массиве, м/с.

Рациональные интервалы замедления t_a и t_b корректируются с учетом номиналов замедлений пиротехнических реле (РП-Д; РП-Н; РПЭ-2) (приложение 7).

Вывод о том, какие средства инициирования скважинных зарядов выбраны для монтажа взрывной сети с ДШ.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные технологические свойства пород, определяющие их взрываемость.
2. Назовите типы буровых станков, применяемых на ОГР.
3. Назовите типы ВВ заводского изготовления.
4. Какие СИ применяются на ОГР?
5. Назовите параметры расположения скважинных зарядов.
6. Физический смысл КЗВ.
7. Почему необходимо принимать разное замедление между скважинами в ряду и между рядами скважин?
8. Какие схемы КЗВ применяются на ОГР?
9. Какими показателями оценивается качество взорванной породы?

Практическая работа № 2

2.1. Изучение неэлектрических систем инициирования скважинных зарядов

Цель. Выбор рациональной схемы инициирования скважинных зарядов.

Теория. Для обеспечения дробления породы взрывом используются неэлектрические средства инициирования (СИ) скважинных зарядов.

Для монтажа схемы взрывной сети детонирующим шнуром требуется огнепроводный шнур, капсуль-детонатор, пиротехнические реле и промежуточные детонаторы, выбранные в практической работе № 1 из приложения 7. Порядная схема используется при бестранспортной технологии, диагональная при транспортной и врубовая при проведении разрезной траншеи.

В качестве примера приведены схемы (рис. 2.1).

Используя результаты практической работы № 1 по своему варианту, необходимо составить схему инициирования скважинных зарядов детонирующим шнуром.

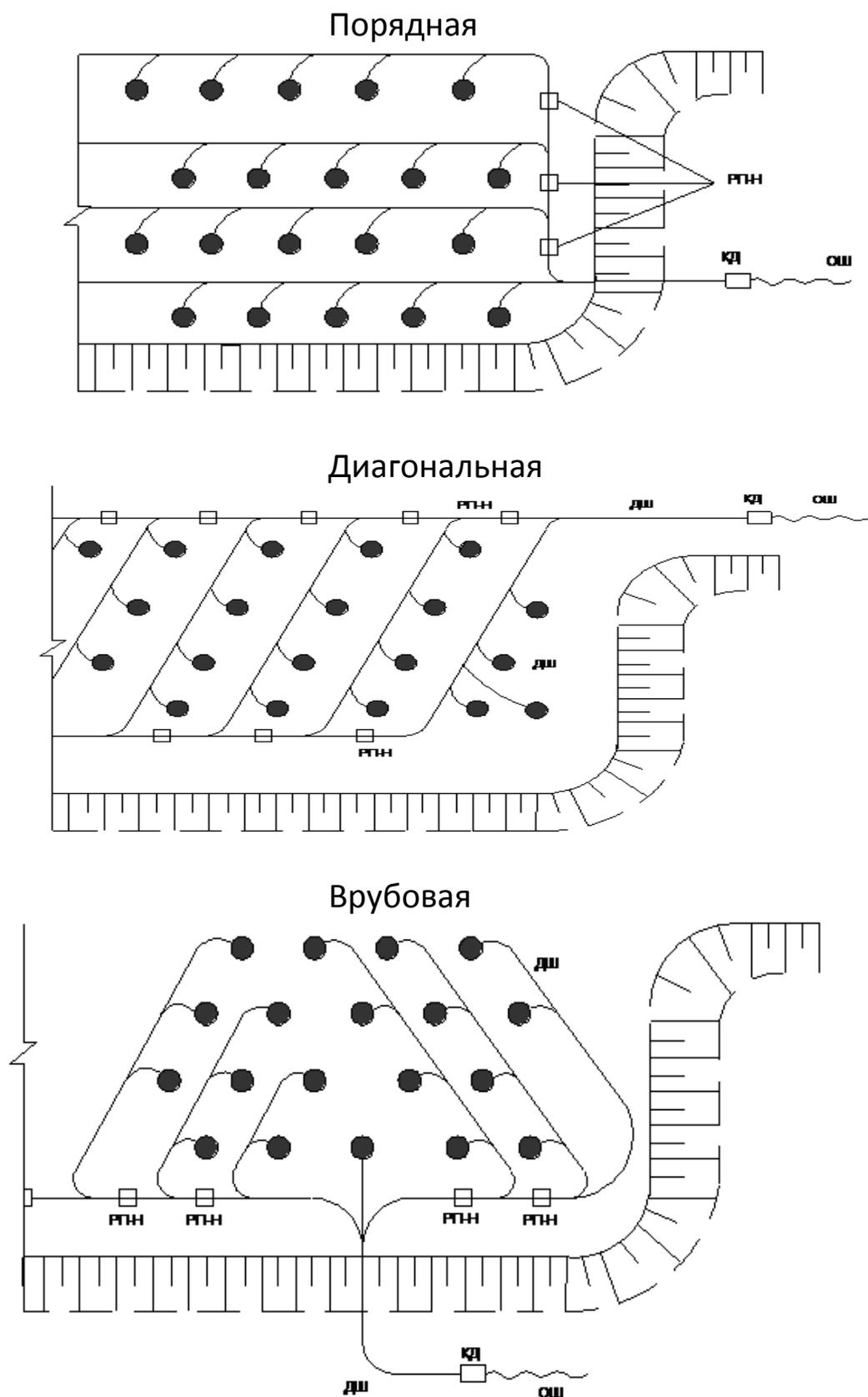


Рис. 2.1. Схемы инициирования зарядов с использованием ДШ

2.2. Изучение электронных систем инициирования скважинных зарядов

Цель. Выбор рациональной схемы инициирования скважинных зарядов с применением электронных детонаторов.

Теория. Для обеспечения необходимого качества дробления, величины развала и снижения сейсмического действия взрыва в зависимости от характеристик взрываеваемой породы можно управлять процессом взрыва, используя электронные системы инициирования. Система электронного взрывания состоит из следующих компонентов: управляющий компьютер (УК); согласующий модуль (СМ); магистральный провод (МП); электронные детонаторы I-KON, DAVEYTRONIC, ЭДЭЗ или другие (см. приложение 7).

Электронные детонаторы отличаются от традиционных электрических детонаторов с пиротехническим замедлением тем, что в них установлен микропроцессор, позволяющий программировать время замедления, в соответствии с расчетным. Они могут быть использованы только со специальной взрывной машинкой.

Комбинированные средства инициирования Искра-Т, состоят из УВТ для монтажа сети на поверхности блока и УТВ с электронным детонатором в скважинных зарядах.

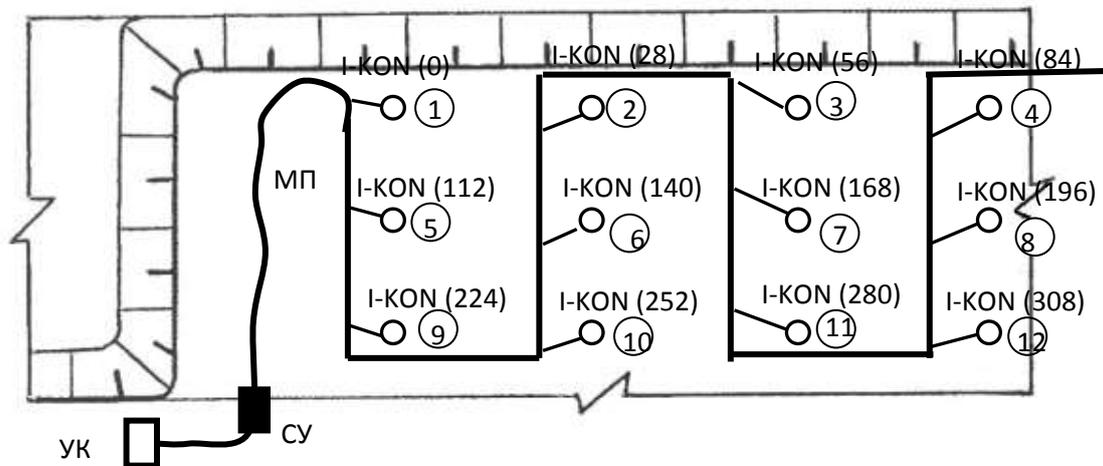
В качестве примера приведены схемы (рис. 2.3).

На основании изложенного, используя результаты практической работы № 1 необходимо изобразить схему инициирования скважинных зарядов по своему варианту с использованием электронных детонаторов.

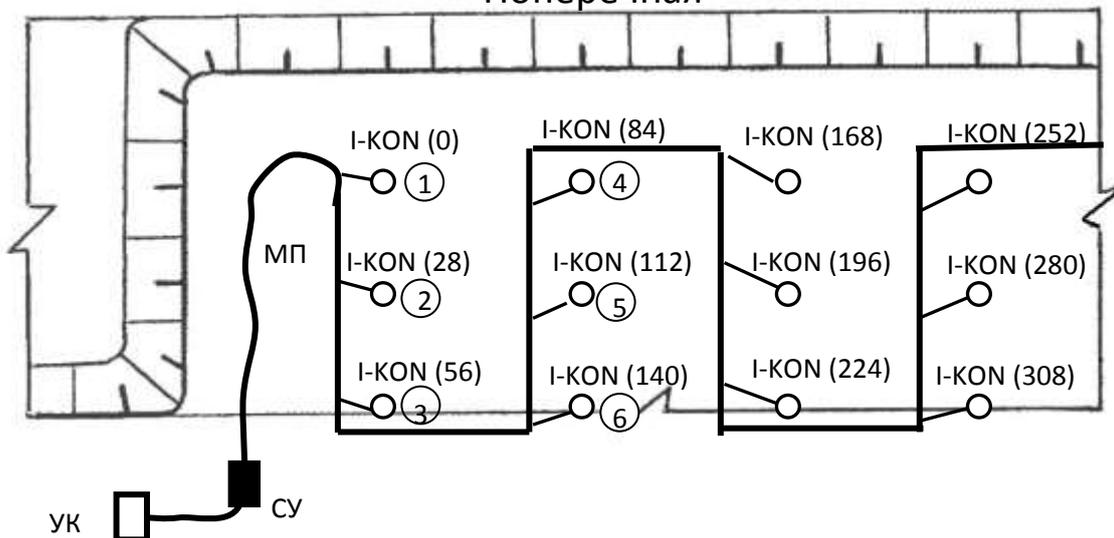
Контрольные вопросы

1. Какие используются схемы инициирования скважинных зарядов?
2. Назовите средства неэлектрического инициирования скважинных зарядов.
3. Назовите средства электронного инициирования скважинных зарядов.
4. В чем особенность Искра-Т?

Порядная



Поперечная



Диагональная

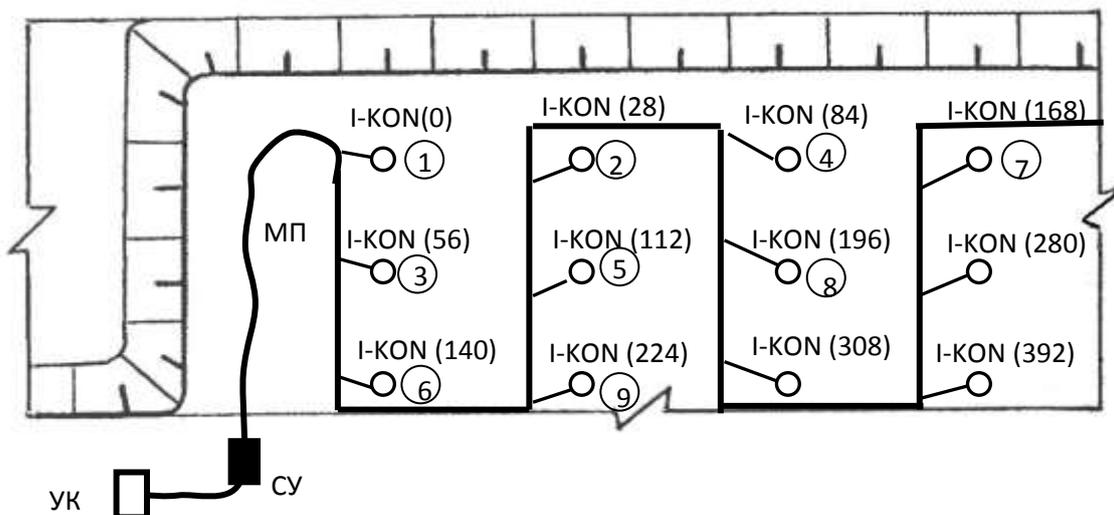


Рис. 2.3. Схема монтажа сети с электронными детонаторами

Практическая работа № 3

Цель. Обеспечение безопасности взрывных работ.

Теория. Безопасные расстояния и размеры опасных зон по разлету кусков породы при взрыве, действию ударной воздушной волны (УВВ) и сейсмического действия взрыва (рис. 3.1), также допустимая величина одновременно взрываемых зарядов ВВ определяется в соответствии с требованиями ФНиП «Правила безопасности при взрывных работах» [12].

3.1. Определение зон, опасных по разлёту отдельных кусков породы

Расстояние опасное для людей по разлёту отдельных кусков породы при взрывании скважинных зарядов, рассчитанных на разрыхляющее (дробящее) действие, определяется по формуле, м:

$$r_{\text{разл}} = 1250\eta_3 \sqrt{\frac{d \cdot f}{a(1 + \eta_{\text{заб}})}}, \quad (3.1)$$

где η_3 – коэффициент заполнения скважины взрывчатым веществом; $\eta_{\text{заб}}$ – коэффициент заполнения скважины забойкой; d – диаметр взрывающей скважины, м; f – коэффициент крепости по шкале проф. М. М. Протоdjаконова; a – расстояние между скважинами в ряду или между рядами скважин (выбирается меньше из этих значений), м.

Коэффициент заполнения скважины забойкой $\eta_{\text{заб}}$ равен отношению длины забойки в скважине к длине свободной от заряда верхней части скважины. При полном заполнении забойкой свободной от заряда верхней части скважины $\eta_{\text{заб}} = 1$.

Коэффициент заполнения скважины взрывчатым веществом η_3 равен отношению длины заряда в скважине, к глубине пробуренной скважины.

Расчетное значение опасного расстояния $r_{\text{разл}}$ округляется в большую сторону до значения, кратного 50 м.

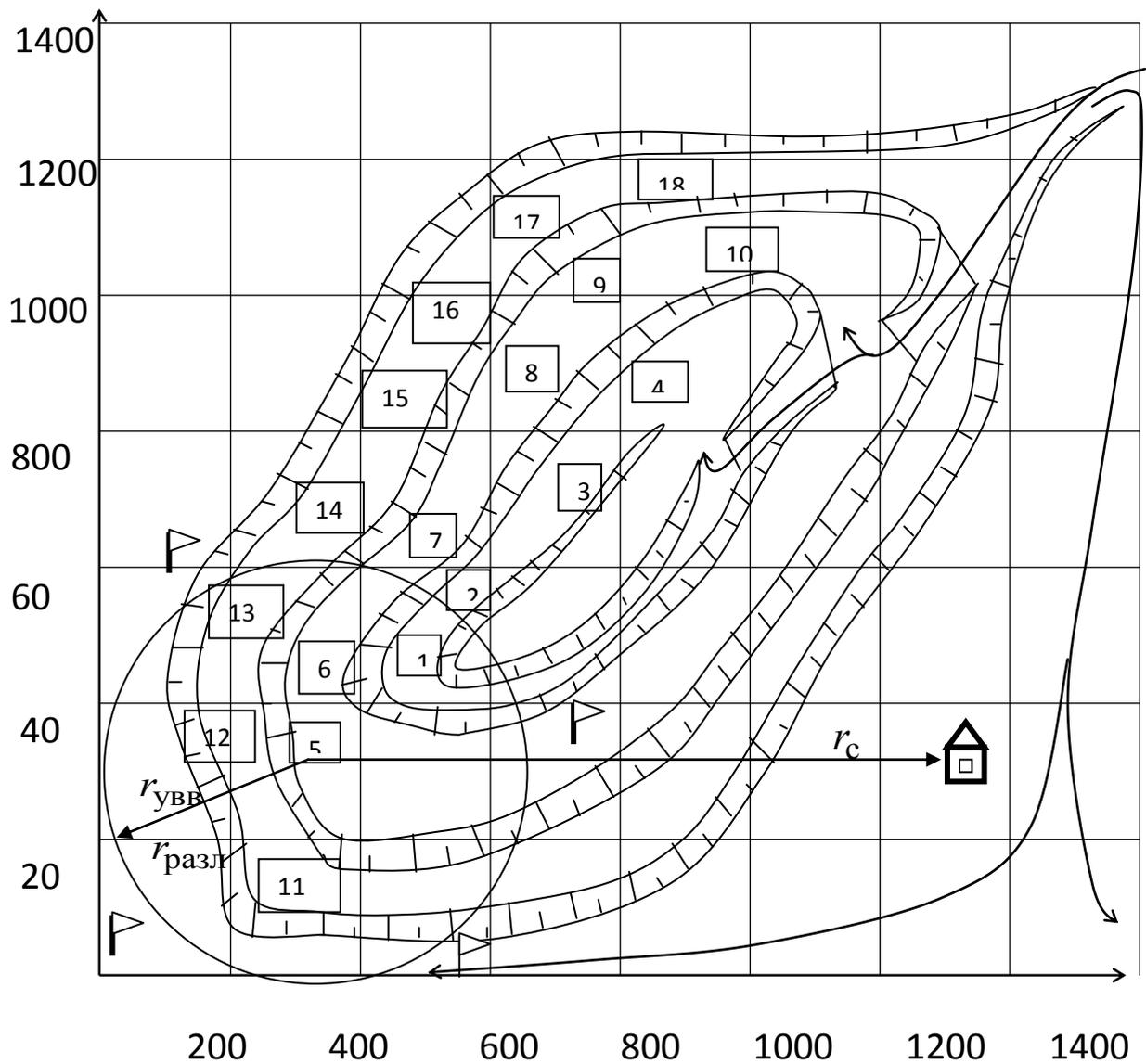


Рис. 3.1. Схема места проведения массового взрыва

- 5 – номер взрывающего блока;
- посты охраны опасной зоны;

□ – охраняемый объект;
- r_c – расстояние от блока до охраняемого объекта;
- $r_{\text{разл}}$ – радиус разлета отдельных кусков породы;
- $r_{\text{УВВ}}$ – радиус действия УВВ

Принимаемое $r_{\text{разл}}$ должно быть не меньше минимального безопасного расстояния, регламентируемого ФНиП «Правила безопасности при взрывных работах» (приложение 8).

3.2. Расчет расстояний, опасных по сейсмическому действию взрыва

При использовании ДШ заряды взрывают группами. При одновременном (без замедления) взрывании массива горных пород на рыхление (дробление) группой из N зарядов с общей массой ВВ, безопасное расстояние (r_c , м) до охраняемого объекта по сейсмическому действию взрыва определяется по формуле

$$r_c = N^{1/6} K_{\Gamma} K_c (NQ_3)^{1/3} \leq [r_c], \quad (3.2)$$

где $[r_c]$ – фактическое расстояние от блока до охраняемого объекта (рис. 4.1), м; K_{Γ} – коэффициент, зависящий от свойств грунта в основании охраняемого объекта (приложение 9); K_c – коэффициент, зависящий от типа здания (сооружения) и характера застройки (приложение 10); Q_3 – масса скважинного заряда, кг.

Для конкретных условий K_{Γ} , K_c и расстояние от блока до охраняемого объекта $[r_c]$ и масса скважинного заряда ВВ известны, поэтому количество скважин от 1 до N , взрываемых в серии, должно удовлетворять условию $r_c \leq [r_c]$.

При использовании электронных детонаторов заряды взрываются неодновременно. Безопасное расстояние по сейсмическому действию взрыва при неодновременном взрывании скважинных зарядов на блоке N_c определится

$$r_c = K_{\Gamma} K_c Q_{\text{бл}}^{1/3} / N_c^{1/4}, \quad (3.3)$$

где $Q_{\text{бл}}$ – масса ВВ на блоке, кг.

Массу ВВ на блоке можно определить

$$Q_{\text{бл}} = V_{\text{бл}} / q_p, \quad (3.4)$$

где $V_{\text{бл}}$ – объем взрываемого блока, м³; q_p – удельный расход ВВ, кг/м³.

Количество скважин на блоке можно определить

$$N_c = Q_{\text{бл}} / Q_3. \quad (3.5)$$

3.3. Определение расстояний, опасных по действию ударной воздушной волны

Безопасные расстояния по действию ударной воздушной волны (УВВ) на земной поверхности для зданий и сооружений при полном отсутствии повреждений рассчитывают по формуле

$$r_{\text{УВВ}} = K_{\text{в}} \sqrt[3]{Q_c}, \quad (3.6)$$

где Q_c – суммарная величина заряда в серии одновременно взрываваемых скважин, кг; $K_{\text{в}}$ – коэффициент, учитывающий влияние величины заряда в серии, ед. (при $Q_c < 20$ т коэффициент, $K_{\text{в}} = 20$), а при $Q_c > 20$ т, коэффициент $K_{\text{в}} = 200$).

За безопасное расстояние для людей принимается наибольшее из рассчитанных по ударной воздушной волне и разлету осколков.

По результатам расчета $r_{\text{разл}}$, $r_{\text{УВВ}}$ и r_c на ситуационном плане (см. рис. 4.1) для своего варианта лабораторной работы наносятся опасные зоны.

Вывод о том, при какой схеме инициирования сейсмический эффект меньше и какой радиус опасной зоны.

Контрольные вопросы

1. По каким параметрам оцениваются опасные зоны при массовом взрыве?
2. Какое минимальное расстояние по разлету породы принимается при массовом взрыве?
3. Как величина забойки влияет на разлет породы?
4. Что является критерием поражающего действия ударной воздушной волны?
5. От чего зависит сейсмическое действие взрыва?
6. За счет чего можно снизить сейсмическое действие взрыва?

Практическая работа № 4

Цель: Изучение методов испытания ВМ для определения их пригодности к применению на взрывных работах.

Теория. Все ВМ должны подвергаться испытаниям для определения возможности их использования и хранения. Для оценки свойств ВВ определяют скорость детонации, бризантность и работоспособность. Сравнение полученных результатов со значениями, указанными в технической характеристике позволяет сделать вывод об их дальнейшей пригодности к использованию, хранению или уничтожению.

Определение скорости детонации методом Дотриша

Метод Дотриша – сравнительный метод определения скорости детонации как правило маломощных ВВ в металлической трубе. Метод основан на сравнении известной скорости детонации ДШ со скоростью детонации испытуемого заряда ВВ. Заряд помещается в металлическую трубку (рис. 4.1). На боковой поверхности трубы на расстоянии $L = 200\text{--}350$ мм одно от другого имеются два отверстия. В эти отверстия до оси заряда вставляют концы отрезка ДШ длиной около 1 м. Средняя часть петли ДШ укладывается на свинцовой или лагунной пластинке, на которой проводится черта 5, соответствующая середине шнура. Испытываемый заряд ВВ инициируют промежуточным детонатором в виде прессованной шашки, которую инициируют капсюлем детонатором 4. Плотность ВВ должна соответствовать плотности заряжания ВВ в скважине. Детонационная волна дойдет до начала детонирующего шнура. По шнуру 2 она пойдет с известной скоростью $V_{\text{ДШ}}$, а по заряду 1 будет продолжать двигаться с неизвестной скоростью $V_{\text{ВВ}}$. Дойдя до второго конца шнура, волна опять перейдет в шнур и со скоростью $V_{\text{ДШ}}$ пойдет навстречу первой волне. В точке их встречи на пластине останется хорошо видная метка 6. Измеряем расстояние от середины отрезка шнура 5 до метки 6. Оно будет равно Δh . Тогда скорость детонации ВВ:

$$V_{\text{ВВ}} = \frac{L}{2\Delta h} V_{\text{ДШ}} \quad (4.1)$$

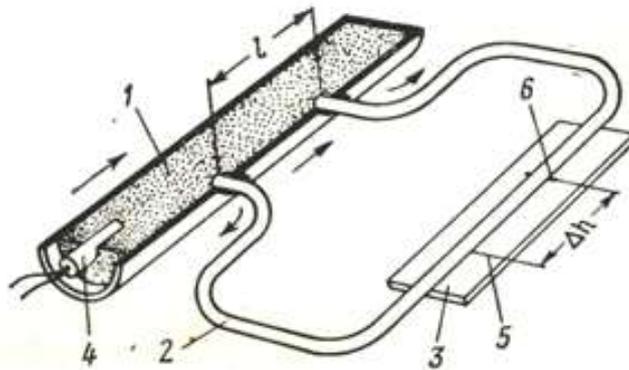


Рис. 4.1. Схема стенда для определения скорости детонации:
 1 – испытуемый заряд ВВ; 2 – детонирующий шнур; 3 – свинцовая пластина; 4 – капсуля детонатор; 5 – середина детонирующего шнура; 6 – метка точки встречи детонационных волн

Точность измерения скорости детонации по методу Дотриша составляет ± 3 . Полученная скорость детонации ВВ, выбранного для скважинных зарядов (табл. 1) сравнивают со скоростью детонации ВВ по его технической характеристике ВВ (приложение 5). Отклонение, полученного при расчете значения $V_{\text{ВВ}}$ не должно превышать ± 10 %. При монтаже стенда приняты значения параметров из табл. 1.

Вывод о том, можно ли использовать ВВ для взрывных работ.

Контрольные вопросы

1. Какие характеристики определяют возможность использования ВВ в промышленных условиях?
2. Что характеризует скорость детонации ВВ?
3. Какая взаимосвязь между скоростью детонации и бризантностью ВВ?
4. Что надо сделать если расчетная скорость детонации не соответствует паспортной?

Практическая работа № 5

Определение работоспособности ВВ

Для определения относительной работоспособности ВВ наиболее широко применяется метод **свинцовой бомбы (проба Трауцля)**, принятый на Втором Международном конгрессе прикладной химии. Бомба Трауцля представляет собой свинцовый цилиндр диаметром и высотой 200 мм, в которой имеется цилиндрическое несквозное отверстие диаметром 25 мм и глубиной 125 мм, (рис. 5.1, а). Бомбу отливают из рафинированного свинца при температуре 390–400 °С. На дно отверстия помещают заряд ВВ весом 10 г в бумажной гильзе. На заряд ВВ устанавливают электродетонатор ЭД-8-Э, а свободную часть канала бомбы засыпают сухим кварцевым песком (рис. 5.1, б). Испытания проводят при температуре +10 °С. При изменении температуры производят соответствующие поправки: при 0 °С полученную величину расширения увеличивают на 5%, при +30 °С – уменьшают на 6 %. В бомбе в районе размещения заряда при взрыве образуется полость (рис. 5 в).

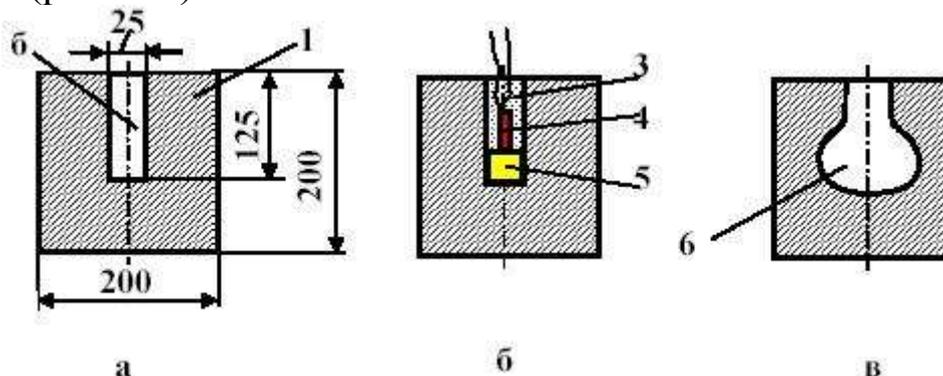


Рис. 5.1. Определение работоспособности ВВ в свинцовой бомбе:
1 – свинцовая бомба; 2 – канал; 3 – сухой песок; 4 – электродетонатор;
5 – испытуемое ВВ; 6 – полость, образовавшаяся в бомбе при взрыве ВВ и ЭД

Расширение канала бомбы происходит за счет действия давления продуктов взрыва электродетонатора и испытуемого ВВ.

Мерой относительной работоспособности ВВ (V_p , см³) является величина расширившегося объема канала свинцовой бом-

бы за вычетом начального объема (61 см³) и расширения (30 см³) за счет взрыва электродетонатора.

Используя данные (табл. 5.1), определить объем полости б.

$$V_p = (V_{\text{ПВВ}} - 61 - 30) \pm \frac{(V_{\text{ПВВ}} - 61 - 30) P_T}{100}, \quad (5.1)$$

где $V_{\text{ПВВ}}$ – объем полости, образовавшийся в бомбе при взрыве ВВ и ЭД, см³; V_T – изменение объем полости при поправки на температуру атмосферы при испытаниях, см³; P_T – поправка на температуру атмосферы при испытаниях, %.

Для определения поправки необходимо построить график изменения поправки от температуры атмосферы при испытаниях.

Сравнить работоспособность испытуемого ВВ с известными (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Фугасность (работоспособность) некоторых взрывчатых веществ

Тип ВВ	Объем полости, см ³
Тротил кристаллический	285±7
Аммонит скальный № 1 прессованный	450—460
Аммонит № 6ЖВ	365
Аммонал	400
Гексоген	480

Вывод о работоспособности испытуемого ВВ в сравнении с другими ВВ.

Контрольные вопросы

1. Что такое коэффициент работоспособности ВВ?
2. С каким ВВ сравнивают используемое ВВ через коэффициент работоспособности?
3. Почему при расчете работоспособности ВВ учитывают поправку на температуру воздуха?

Практическая работа № 6

Определение бризантности ВВ

Бризантность или дробящее действие взрыва определяют простым и широко распространенным методом, используя стан-

дартную пробу на обжатие свинцовых столбиков или **пробу Гесса**.

Испытуемое ВВ массой 50 г с плотностью 1 г/см³ помещают на стальную пластину, которую устанавливают на свинцовый столбик с Ø40 мм и высотой 60 мм. При взрыве заряда ВВ свинцовый столбик деформируется. Бризантность по Гессу некоторых взрывчатых веществ (табл. 6.1).

Мерой бризантности ВВ (B , мм) является величина обжатия (рис. 6.1) или, другими словами, разность высот столбика до обжатия (60 мм) и после обжатия (H_B , мм). Расчет провести, используя данные из табл. 6.1.

$$B = 60 - H_B. \quad (6.1)$$

Таблица 6.1

Бризантность по Гессу некоторых взрывчатых веществ

Тип ВВ	Бризантность, мм
Тротил кристаллический	16–17
Тетрил	21
Аммонит скальный № 1 прессованный	22
Аммонит № 6ЖВ	14–17
Аммонал	16
Гексоген	24

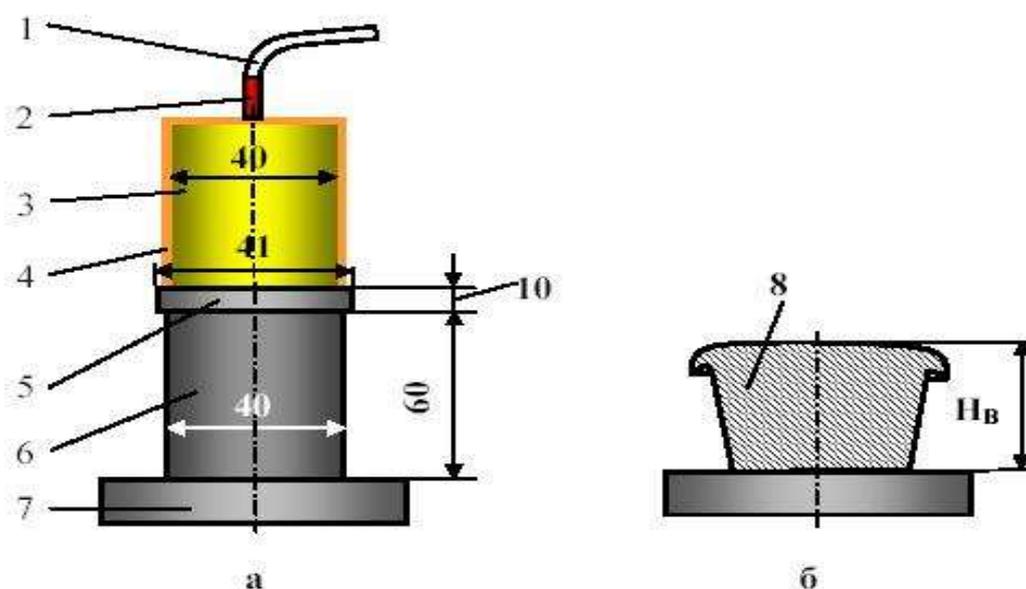


Рис. 6.1. Схема к определению бризантности по пробе Гесса:

1 – огнепроводный шнур; 2 – капсюль детонатор; 3 – заряд испытуемого ВВ (50 г); 4 – бумажная оболочка; 5 – стальная пластина; 6 – свинцовый столбик; 7 – металлическая плита; 8 – свинцовый столбик после обжатия

Вывод о бризантности испытуемого ВВ в сравнении с другими ВВ (табл. 6.1).

Контрольные вопросы

1. Что характеризует работоспособность ВВ?
2. Какая взаимосвязь между бризантностью ВВ и скоростью детонации?
3. Что является мерой бризантности ВВ?

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Катанов, И. Б. Буровзрывные работы на карьерах / И. Б. Катанов, А. А. Сысоев. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2019. – 203 с. – Текст : непосредственный.
2. Репин, Н. Я. Подготовка горных пород к выемке: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Открытые горные работы» направления подготовки «Горное дело». – Москва: Мир горной книги, 2009. – 188 с. – Текст : непосредственный.
3. Кутузов, Б. Н. Методы ведения взрывных работ. Ч. 2. Взрывные работы в горном деле и промышленности : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Взрывное дело» направления подготовки «Горное дело». – Москва: Мир горной книги, 2008. – 512 с. – Текст : непосредственный.

Дополнительная литература

4. Катанов, И. Б. Технология и безопасность взрывных работ: учеб. пособие для студ. спец. 130403 / КузГТУ. – Кемерово, 2012. – 134 с. – Текст : непосредственный.
5. Катанов, И. Б. Влияние взрывных работ на изменение качества атмосферы и гидросферы в условиях разрезов Кузбасса: учеб. пособие / ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2004. – 100 с. – Текст : непосредственный.
6. Технологические процессы при открытой добыче угля / Н. Я. Репин, В. Б. Артемьев, Л. Н. Репин, П. И. Опанасенко. – Москва : Изд-во «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2015. – 560 с. – Текст : непосредственный.
7. Кутузов, Б. Н. Методы ведения взрывных работ. Ч. 1. Разрушение горных пород взрывом: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Взрывное дело» направления подготовки «Горное дело». – Москва : Горная книга, 2007. – 471 с. – Текст : непосредственный.
8. Сысоев, А. А. Сравнительная оценка пиротехнических и электронных капсулей-детонаторов на основе вероятностной модели инициирования системы скважинных зарядов / А. А. Сысоев, И. Б. Катанов, С.А. Кондратьев // Взрывное дело. – Выпуск

№ 126/83. – Москва : ИПКОН РАН, 2020. – С. 85–99. – Текст : непосредственный.

Нормативные документы

9. Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изменениями, вступившими в силу с 01.01.2014).

10. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом». Утв. приказом Ростехнадзора от 20.11.2017 № 488 (зарегистрированы в Минюсте России от 12.02.2018 № 49999). – 144 с.

11. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых». Утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11.12.2013 № 599). – 212 с.

12. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при взрывных работах». Сер. 13. Вып. 14. – Москва : ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2014. – 332 с. (с изм. от 30.11.2017 № 518).

13. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 028/2012 «О безопасности взрывчатых веществ и изделий на их основе». Принят решением СЕЭК от 20.06.2012 № 57.

Приложение 1
Пример оформления титульного листа

Министерство науки и образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»

Кафедра открытых горных работ

**Рабочая тетрадь к практическим занятиям
по дисциплине**

РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ВЗРЫВОМ

Выполнил студент гр. ГОс - _____
Ф.И.О.

Проверил проф. Катанов И. Б.

Кемерово 20_____

Приложение 2

Некоторые обобщенные сведения о свойствах горных пород из классификаций массивов по трещиноватости и блочности

Категории и степень трещиноватости (блочности)	Свойства пород			
	среднее расстояние между естественными трещинами C_{cp} , м	диаметр естественной отдельности d_e , м	предел прочности на сжатие $\sigma_{сж}$, МПа	скорость продольной волны C , м/с
I. Чрезвычайно трещиноватый (мелкоблочный)	< 0,1	< 0,8	< 40	< 1200
II. Сильнотрещиноватый (среднеблочный)	0,1–0,5	0,8–1,2	40–60	1200–1500
III. Среднетрещиноватый (крупноблочный)	0,5–1,0	1,2–1,6	60–80	1500–1800
IV. Малотрещиноватый (весьма крупноблочный)	1,0–1,5	1,6–2,0	80–100	1800–2000
V. Практически монолитный (исключительно крупноблочный)	> 1,5	> 2,0	> 100	> 2000

Приложение 3

Технологическая характеристика станков шарошечного бурения

Модель	Предел прочности пород на сжатие $\sigma_{сж}$, МПа	Диаметр скважины d , м	Глубина бурения h , м	Угол наклона скважины к горизонтали β , град
СБШ-160/200-40	40–180	0,160–0,215	до 40	60, 75, 90
ЗСШБ-200-60	60–140	0,200; 0,250	до 60	60–90
6СШБ-200-32	60–140	0,200; 0,250	до 40	60–90
DM-3M	60–140	0,251–0,311	до 61	60, 75, 90
DML	60–200	0,190–0,270	до 54,9	60, 75, 90

Приложение 4

Рекомендуемые значения диаметров скважин для карьеров

Категория пород по блочности (трещиноватости)	Условный диаметр скважин, d , м
Мелкоблочные (I и II)	$> 0,250$
Среднеблочные (III)	$0,190-0,250$
Крупноблочные (IV и V)	$< 0,190$

Приложение 5

Характеристики ВВ для открытых работ

Тип ВВ	Условия применения		Скорость детонации $D_{ВВ}$, км/с	Плотность $\rho_{ВВ}$, т/м ³	Коэффициент работоспособности $k_{ВВ}$, ед.
	крепость пород*	сухие/обводненные			
Аммонит 6ЖВ	средняя	сухие	3,6–4,8	0,85	1,00
Гранулит УП	средняя	сухие	2,0–2,5	0,95	1,10
Гранулит РД	средняя	сухие	3,6–3,8	1,12	1,10
Гранулит ПС	средняя	сухие	4,0–4,5	0,9	1,10
Гранулит М	средняя	сухие	2,5–3,8	0,9	1,13
Гранулит АС-4	средняя	сухие	2,6–3,5	0,85	0,98
Гранулит АС-8	средняя	сухие	3,0–3,6	0,85	0,89
Граммонит 79/21	средняя	сухие	3,2–3,6	0,90	1,00
Граммонит 50/50	крепкие	обводн.	3,6–4,2	0,95	1,01
Граммонит 30/70	крепкие	обводн.	3,8–4,5	0,98	1,26
Гранулотол	крепкие	обводн.	4,0–4,6	1,00	1,20
Игданит	средние	сухие	2,2–2,8	0,80	1,13
Ифзанит Т-20	крепкие	обводн.	4,0–4,5	1,30	1,20
Ифзанит Т-60	крепкие	обводн.	5,0–5,5	1,45	1,10
Ифзанит Т-80	крепкие	обводн.	5,2–5,5	1,50	1,08
Карбатол ГЛ-10В	крепкие	обводн.	4,0–5,0	1,50	1,39
Карбатол 15-Т	крепкие	обводн.	4,0–5,0	1,60	1,42
Порэммит 4А	средняя	обводн.	4,1–5,1	1,20	1,28
Порэммит 1-МК	средняя	обводн.	4,2–5,3	1,35	1,25
РПГМ	средняя	обводн.		1,22	1,25
Сибирит 1000	средняя	обводн.	4,9–5,1	1,25	1,29
Сибирит 1200	средняя	обводн.	4,9–5,1	1,25	1,30
Эмульсолит А20	средняя	обводн.	4,8–5,0	1,4	1,30

Примечание*: средняя крепость пород при пределе прочности на сжатие

$\sigma_{сж} < 80 \text{ МПа}$, крепкие – $\sigma_{сж} > 80 \text{ МПа}$.

Приложение 6

Основные параметры карьерных экскаваторов

Модель	Вместимость ковша E , м ³	Радиус черпания $R_{\text{чу}}$, м	Максимальная высота черпания $H_{\text{чmax}}$, м
ЭКГ-5А, ЭКГ-5Н	5,2	9,4	10,3
ЭКГ-8И	8,0	12,2	12,5
ЭКГ-8УС	8,0	13,5	17,6
ЭКГ-10	10,0	12,6	13,5
ЭКГ-12	12,0	14,3	15,0
ЭКГ-15	15,0	15,6	16,6
ЭКГ-17	17,0	15,6	15,6
ЭКГ-20А	20	14,2	17,0
ЭКГ-20	20	15,2	17,9
РН-2800	30	15,8	16,2
ЭГ-350	18	16	16
WK-34	35	15,8	16,2

Приложение 7

Средства инициирования зарядов ВВ

Наименования изделия	Условия применения, назначение
Огнепроводные шнуры	
ОША	для инициирования КД в сухих условиях
ОШП	для инициирования КД в обводненных условиях
Электрозажигатели огнепроводного шнура	
ЭЗ-ОШ; ЭЗТ-2	для зажигания ОШ
Капсюли-детонаторы	
КД-8С; КД-8СМ; КД-8МА	для инициирования ДШ
Электродетонаторы	
ЭД-8-Э; ЭД-8-Ж; ЭД-8М	для инициирования ДШ (ПД)
Электронные детонаторы	
DAVEYTRONIC, I-KON; ЭДЭЗ-С	для инициирования ПД скважинных зарядов ВВ

Продолжение приложения 7

Наименования изделия	Условия применения, назначение
Детонирующие шнуры	
ДША	для инициирования ПД в сухих скважинах
ДШ-В-12; ДШН-10; ДШЭ-12	то же в обводненных скважинах
Неэлектрические системы инициирования	
СИНВ-П, Искра-П (0; 17; 25; 42; 67; 109; 176 мс); Эдилин ДБИ-2 (0; 17; 25; 42; 55; 67; 109; 125; 150; 176; 200 мс); СИНВ-Старт; Искра-Старт; Эдилин (ДБИ-Старт)	Для монтажа поверхностных сетей инициирования
СИНВ-С, Искра-С (100; 125; 150; 175; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500 мс); Эдилин (ДБИ-1 (475; 500 мс)	для инициирования ПД скважинных зарядов ВВ
Искра-Т(500,1000, 2000 мс)	Для монтажа внутрискважинных сетей и инициирования ПД скважинных зарядов ВВ
Реле пиротехнические	
РП-Н (20; 30; 50 мс); РП-Д (20; 30; 45; 60; 80; 100 мс); РПЭ-2 (17; 25; 42; 55; 67; 109; 125; 150; 176; 200 мс)	для создания замедления в сетях ДШ
Промежуточные детонаторы (ПД)	
ГТП-500 (тротило-гексогеновые прессованные); Т-900Г (тротиловые прессованные); ТГФ-850Э (тротило-гексогеновые литые); ТГФ-1000Л-ПО (тротило-гексогеновые литые в полимерном корпусе)	для инициирования зарядов ВВ в сухих и обводненных скважинах
Взрывные приборы	
ИВ-2АМ, УПЭ-1,5/Х	Для инициирования СИНВ-Старт; Искра-Старт; Эдилин (ДБИ-Старт)
Система электронного инициирования	
Система DAVEYTRONIC; I-KON	Для инициирования электронного капсуля DAVEYTRONIC; I-KON

Приложение 8

Минимально допустимые радиусы опасных зон

Виды и методы взрывных работ	Радиус зоны, м
Взрывание на открытых работах методами:	
– наружных зарядов	300
– в том числе кумулятивных	по проекту
– шпуровых зарядов	200*
– котловых шпуров	200*
– малокамерных зарядов (рукавов)	200*
– скважинных зарядов	не менее 200**
– котловых скважин	не менее 300
– камерных зарядов	не менее 300

* При взрывании на косогорах в направлении вниз по склону величина радиуса опасной зоны должна приниматься не менее 300 м.

** Радиус опасной зоны указан для зарядов с забойкой.

Приложение 9

Значение коэффициентов K_r , зависящих от свойств грунта в основании охраняемого объекта

Наименование пород, находящихся в основании охраняемого объекта	K_r
Скальные породы плотные, ненарушенные	5
Скальные породы, нарушенные, неглубокий слой мягких грунтов на скальном основании	8
Необводненные песчаные и глинистые грунты глубиной более 10 м	12
Почвенные обводненные грунты и грунты с высоким уровнем грунтовых вод	15
Водонасыщенные грунты	20

Приложение 10

Значение коэффициента K_c , зависящего от типа здания (сооружения) и характера застройки

Типы зданий и сооружений	K_c
Одиночные здания и сооружения производственного назначения с железобетонным или металлическим каркасом	1,0
Одиночные здания высотой не более двух–трех этажей с кирпичными и подобными стенами	1,5
Небольшие жилые поселки	2,0