

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

Кафедра открытых горных работ

ТЕХНОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Лабораторный практикум
для студентов специальности 130400.65 «Горное дело»
специализации 130403.65 «Открытые горные работы»
всех форм обучения

Составитель И. Б. Катанов

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 33 от 17.06.2014
Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
специальности 130400.65
Протокол № 18 от 02.07.2014
Электронная копия находится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2014

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум предназначен для установления тесной связи между практикой и теорией. В ходе занятий студенты практически осваивают научно-теоретические положения изучаемого предмета, занимаются инструментализацией знаний, полученных на лекциях и из учебных пособий. Кроме того, у студентов формируются навыки, имеющие непосредственное отношение к их будущей работе.

Лабораторный практикум включает теоретические материалы, задания для лабораторных занятий и вопросы для проверки знаний, предусмотренных учебной программой.

Цель занятий состоит в том, чтобы студенты получили компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины, позволяющие принимать технические и технологические решения при составлении проекта массового на открытых работах.

Лабораторные работы предусматривают выполнение заданий по вариантам, выданным преподавателем.

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

В приложении к приведены справочные материалы.

Контроль результатов выполнения работ осуществляется в виде собеседования с использованием вопросов и тестов.

Студенты очной формы обучения в течение семестра выполняют с 1 по 8 лабораторные работы (34 ч), а студенты заочной формы обучения самостоятельно изучают материал к лабораторным работам 1, 2, 5 и 7 (63 ч), затем в течение установочной сессии ускоренно выполняют и лабораторные работы 3, 4, 6 и 8 с использованием стендов и макетов (10 ч).

Требование к оформлению отчетов

Отчеты необходимо оформлять в рабочих тетрадях формата А4. Титульный лист должен содержать наименование вуза, кафедры, дисциплины, номер варианта, фамилию, имя, отчество студента (**приложение 1**). Отчет должен быть написан разборчивым почерком или отпечатан на принтере. Схемы должны быть

выполнены в соответствии с результатами расчетов. Размеры на схемах проставляются в метрах. Информация, необходимая для выполнения лабораторных работ, задается студенту по варианту задания (табл. 1.1).

Конструкция скважинного заряда должна включать наименование ВВ, марку и местоположение промежуточных детонаторов (ПД), средства инициирования (СИ). На технологической схеме инициирования изображается магистральная и секционная сеть из используемых средств инициирования (СИ) с указанием наименования элементов сети и времени замедления.

При расчете времени выполнения операций при проведении массового взрыва и составлении карт организации труда взрывников, следует руководствоваться знаниями, полученными в процессе изучения дисциплин «Основы горного дела», «Процессы открытых горных работ».

Лабораторная работа № 1

Изучение методики расчета параметров БВР

1.1. Изучение технологических свойств вскрышных пород угольных месторождений

Цель: определить категорию пород по взрываемости и их обводненность.

Теория. К основным технологическим свойствам вскрышных пород, оказывающим определяющее влияние на качество взрывной подготовки их выемке, относятся: блочность массива, характеризуемая средним диаметром естественной отдельности в массиве; прочность пород, определяемая пределом их прочности на сжатие; обводненность, оцениваемая коэффициентом влияния обводненности пород. Средним диаметром естественной отдельности в массиве называется средневзвешенный по объему максимальный линейный размер этой совокупности отдельностей массива.

Между блочностью массива (средним диаметром естественной отдельности в массиве) и прочностью пород, слагающих его в условиях угольных месторождений, существует взаимосвязь:

$$d_e = 0,02 \sigma_{сж}, \quad (1.1)$$

где d_e – средний диаметр естественной отдельности в массиве, м;
 $\sigma_{сж}$ – предел прочности пород на сжатие, МПа.

Под пределом прочности пород на сжатие понимается отношение предельной разрушающей силы к площади среднего по высоте сечения образца породы в момент его разрушения. В соответствии с этими свойствами вскрышные породы 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.

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

Выбранный диаметр взрывных скважин определяется прочностными свойствами вскрышных пород, вместимостью ковша экскаватора (**приложение 4**) в сочетании с требуемой глубиной бурения.

Вывод.

1.3. Составление рецептуры зарядов из промышленных ВВ

Цель: выбрать рациональный ассортимент ВВ для скважинных зарядов.

Теория. К взрывчатым материалам (ВМ) относятся промышленные взрывчатые вещества (ВВ) и средства их инициирования (СИ).

Исходные

Наименование параметра	Варианты						
	1	2	3	4	5	6	7
1. Тип экскаватора	ЭКГ-5А	ЭКГ-8И	ЭКГ-10	ЭКГ-12	ЭКГ-15	ЭКГ-20А	ЭКГ-10
2. Объем взрываемого блока ($V_{бл}$), тыс. м ³	60	70	75	80	85	90	95
3. Средний диаметр естественной отдельности (d_e), м	1,0	1,2	0,9	1,3	1,8	1,6	2,0
4. Высота столба воды в скважине ($h_в$), м	2,8	3,0	2,8	2,8	5,7	3,2	5,0
5. Количество заходок экскаватора ($N_э$), шт.	2	3	3	2	3	3	2
6. Угол между направлением скорости упругой волны в массиве и линией откоса уступа, град	45	90	60	30	75	65	80
7. Плотность забойки ($\rho_{заб}$), кг/м ³	1800	1600	1700	1990	2000	1900	2100
8. Показатель характеристики грунта в основании охраняемого объекта ($K_г$)	12	15	20	12	20	15	20
9. Тип охраняемого объекта ($K_с$)	1,5	2,0	1,5	2,0	1,5	2,0	1,5
10. Степень повреждения объекта ($K_в$)	45	50	45	50	45	50	45
11. Номер блока на схеме проведения массового взрыва (рис. 2.1)	6	7	8	9	5	3	18

Таблица 1.1

данные

задания								
8	9	10	11	12	13	14	15	16
ЭКГ-12	ЭКГ-15	ЭКГ-20	РН-2800	WK-34	ЭКГ-17	ЭГ-350	ЭКГ-5Н	ЭКГ-5А
100	105	80	115	120	85	90	55	54
1,5	1,4	1,8	0,8	1,4	1,9	1,1	1,6	1,7
5,9	2,4	8,3	4,8	9,9	3,9	3,1	2,6	4,7
3	2	3	2	3	2	3	3	2
75	60	45	50	30	45	90	75	60
1600	1500	1700	1800	1900	1600	2000	2100	2200
12	20	15	12	20	15	12	20	15
1,5	2,0	1,5	2,0	1,5	2,0	1,5	2,0	2,0
45	50	45	50	45	50	45	50	45
2	1	11	12	13	14	15	16	17

Наименование параметра	Варианты						
	1	2	3	4	5	6	7
12. Количество автомашин для доставки ВМ на блок при ручном зарядании (N_M)/ их грузоподъемность (Q_M), т	2/12	3/12	4/12	2/15,5	3/15,5	4/15,5	2/20
13. Число взрывников в бригаде ($N_{взр}$), чел.	8	10	8	9	10	11	12
14. Расстояние от гаража до пункта погрузки взрывчатых материалов (L_{2-H}), км	2	3	4	1	2	3	4
15. Расстояние от пункта погрузки взрывчатых материалов до блока ($L_{C-б}$), км	4	3	5	3	2	4	3
16. Расстояние от взрываемого блока до гаража ($L_{б-2}$), км	5	6	7	5	6	7	5
17. Расстояние от гаража до пункта погрузки забоечного материала (L_{2-3}), км	2	3	3	2	4	4	3
18. Расстояние от пункта погрузки забоечного материала до взрываемого блока ($L_{пз-б}$), км	3	2	3	2	3	2	3

Продолжение табл.1.1.

задания								
8	9	10	11	12	13	14	15	16
3/20	4/20	3/12	3/15,5	3/20	4/12	4/15,5	4/20	3/20
13	14	12	9	7	8	9	10	11
5	4	6	3	5	4	6	5	3
2	3	4	5	4	3	4	2	6
4	3	5	3	2	3	4	3	2
4	5	6	4	5	5	6	4	5
3	2	1	3	2	1	3	2	1

Тип промышленного ВВ выбирают с учетом структурно-прочностных свойств взрывааемых пород, их обводненности, возможности механизированного или ручного заряжания. Выбранное ВВ должно быть разрешено Ростехнадзором к применению на открытых горных работах (**приложение 5**).

В сухих скважинах и при высоте столба воды до двух метров выбирают неводоустойчивые ВВ. В остальных случаях для заряжания обводненной части скважины используется водоустойчивое ВВ, а выше уровня воды скважина заряжается неводоустойчивым ВВ.

Для минимизации вредного влияния на окружающую среду рекомендуется применять ВВ с кислородным балансом близким к нулевому (**приложение 6**).

К СИ, которые применяются на открытых горных работах (ОГР), относятся: огнепроводный шнур (ОШ) и средства его зажигания, капсули-детонаторы (КД), электродетонаторы (ЭД), электронные детонаторы (ЭДЭЗ), детонирующий шнур (ДШ), системы инициирования низкоэнергетическими волноводами СИНВ (Искра) и Эдилин; реле пиротехнические (РП) и промежуточные детонаторы (ПД). Основные СИ, допущенные к применению на ОГР, приведены в таблице (**приложение 7**).

Вывод.

1.4. Расчет основных параметров скважинных зарядов

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

Теория. Рациональная степень дробления осадочных пород угольных месторождений при разработке их мехлопатами определяется из выражения

$$Z_p = 1 + d_e^2 (E^{0,25} + \Pi_{ВВ})^{-1}, \quad (1.2)$$

где E – вместимость ковша экскаватора, m^3 ; $\Pi_{ВВ}$ – показатель относительной эффективности ВВ (принять равным 1).

Удельный расход ВВ (kg/m^3), обеспечивающий рациональную степень дробления Z_p , определится

$$q_p = 5d(Z_p - 1)d_e^{-1}, \quad (1.3)$$

где d – диаметр скважины, м.

Проектный удельный расход ВВ (kg/m^3) определяется с учетом обводненности пород и переводного коэффициента работоспособности ВВ

$$q = q_p K_e K_{ВВ} \quad (1.4)$$

где K_e – коэффициент влияния обводненности; K_{BB} – переводной коэффициент работоспособности ВВ относительно эталонного (см. прилож. 6).

Коэффициент влияния обводненности в зависимости от категории пород по блочности и высоты столба воды в скважине определяется по формуле

$$K_e = 1 + 0,15 (d_e - 1) h_e h_y^{-1}, \quad (1.5)$$

где h_e – высота столба воды в скважине, м; h_y – высота уступа, м.

Высота уступа в зависимости от типа выемочно-погрузочного оборудования принимается, м,

$$h_y \leq 1,5 H_{ч \max}, \quad (1.6)$$

где $H_{ч \max}$ – высота черпания (приложение 8), м.

К основным параметрам расположения скважинных зарядов относятся: длина скважины, величина перебура, размеры заряда ВВ с учетом его конструкции, длина забойки, масса заряда ВВ в скважине, расстояние между скважинами и рядами скважин, величина линии сопротивления по подошве уступа и число рядов скважин (рис. 1.1 и 1.2).

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

Сплошные простые и комбинированные заряды (рис. 1.3 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.

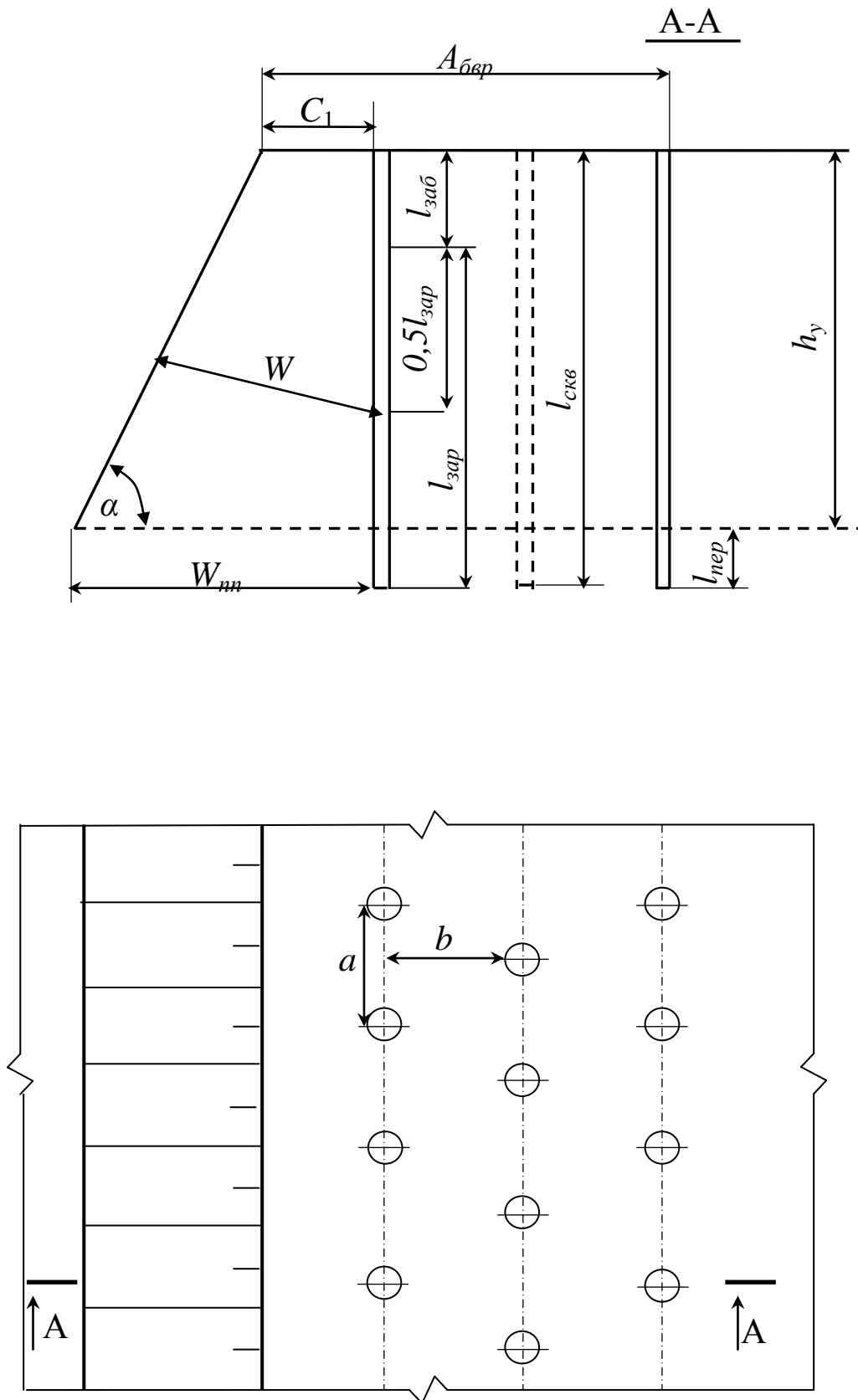


Рис. 1.1. Схема пространственного расположения вертикальных скважин по шахматной сетке

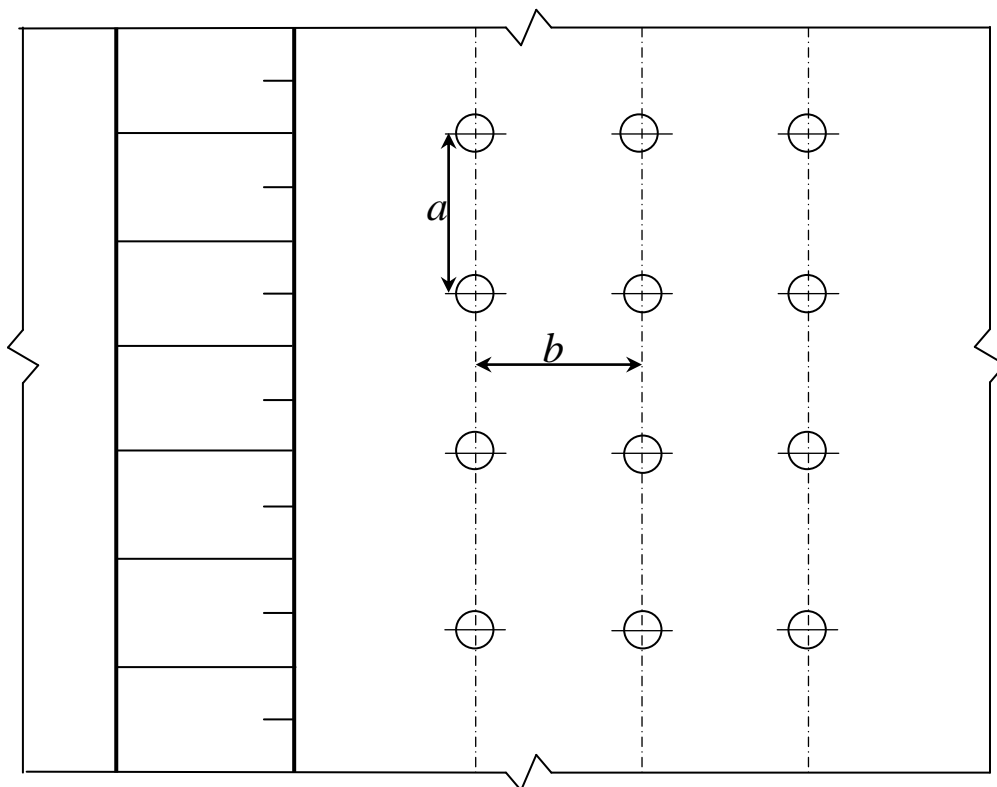
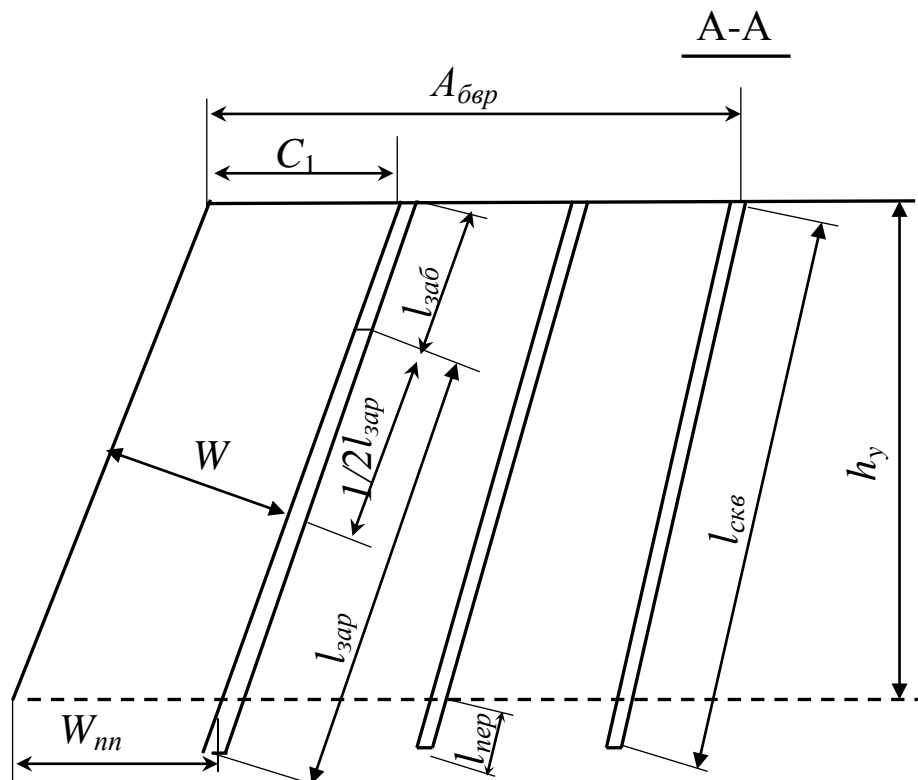


Рис. 1.2. Схема пространственного расположения наклонных скважин по прямоугольной сетке

Рекомендуется применение комбинированных зарядов в слабообводненных скважинах, при этом заполненная водой часть скважины заполняется водоустойчивым ВВ, а остальная часть, после спада уровня воды в скважине, неводоустойчивым ВВ. Такая конструкция экономически более выгодна и не снижает эффективности взрыва.

Распределение заряда приводит к улучшению дробления вследствие увеличения зоны регулируемого дробления по сравнению со сплошным зарядом.

Применение распределенного заряда целесообразно только в том случае, если емкость скважины используется не полностью. Заряды распределяются инертным материалом (шлак, буровая мелочь или воздушными промежутками и твердеющими пеногелями).

Распределенные заряды (рис. 1.3 б).

Забойка уменьшает потери энергии в процессе детонации ВВ, что способствует полноте детонации и высвобождению максимальной доли потенциальной энергии. Она способствует завершению вторичных реакций в продуктах детонации, повышающих энергию взрыва; обеспечивает более интенсивное дробление породы; увеличивает длительность поршневого действия продуктов детонации и длительность напряженного состояния породы под воздействием взрыва; способствует уменьшению количества ядовитых газов в продуктах детонации, что очень важно для глубоких, трудно проветриваемых карьеров; препятствует образованию сильной ударной волны в воздухе.

Длина скважины, м:

$$l_{скв} = h_y / \sin \beta + l_n, \quad (1.7)$$

где l_n – величина перебура, м.

$$l_n = 3d \cdot d_e, \quad (1.8)$$

где d – диаметр скважины, м.

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.

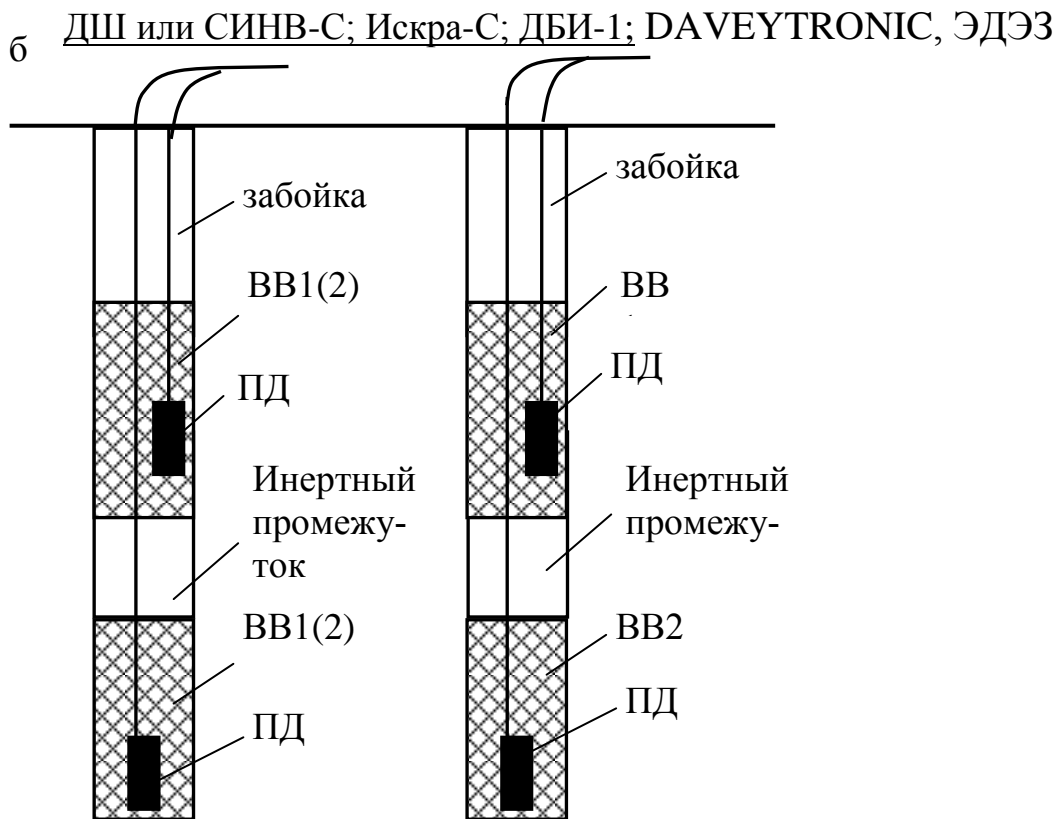
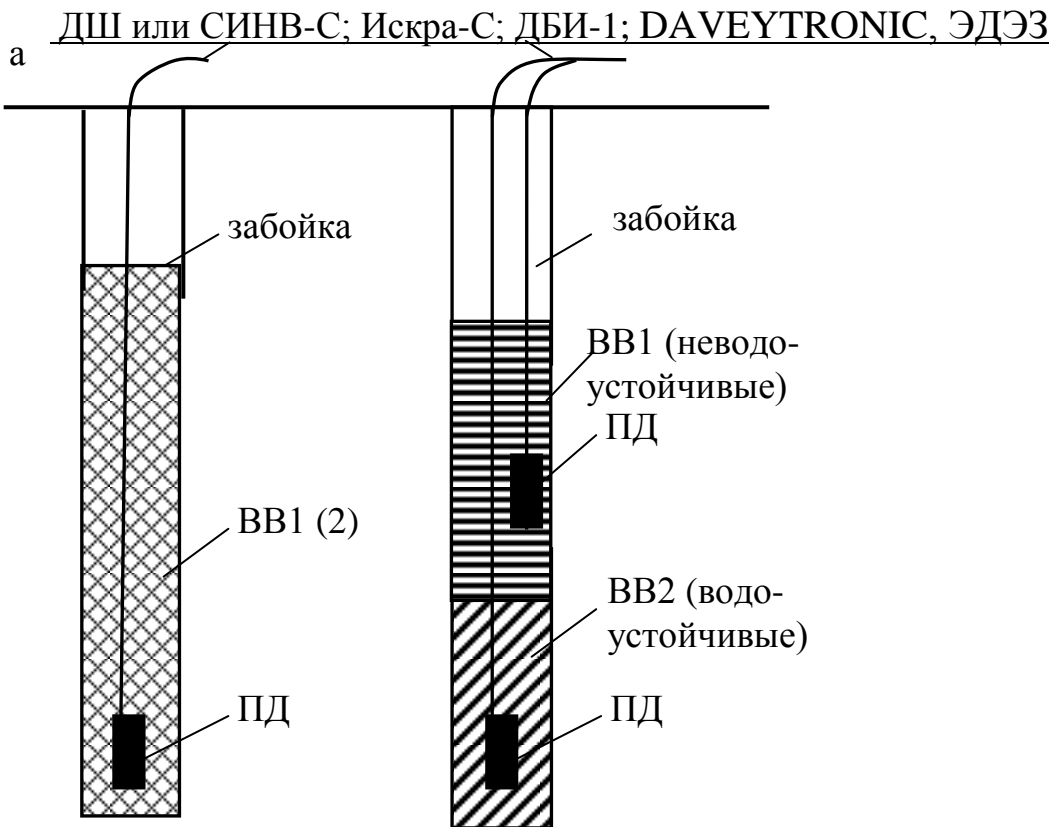


Рис. 1.3. Конструкции скважинных зарядов: а) сплошных; б) рассредоточенных

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

$$l_{заб} = l_n + 11,3d^{0,75}d_e^{-0,5}\rho_{ВВ}^{0,5}, \quad (1.9)$$

где $\rho_{ВВ}$ – плотность ВВ, т/м³.

Длина колонки заряда ВВ сплошной конструкции, м:

$$l_{ВВ} = l_{скв} - l_{заб}. \quad (1.10)$$

Масса скважинного заряда, кг,

$$Q_{скв} = P \cdot l_{ВВ}, \quad (1.11)$$

где P – вместимость 1 м скважины, кг.

$$P = 0,25\pi \cdot d^2 \cdot \rho_{ВВ}10^3. \quad (1.12)$$

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

При этом длина промежутка составляет, м:

$$l_{пр} = (13,5 - 2,5d_e)d. \quad (1.13)$$

При рассредоточении заряда ВВ длина забойки и колонки заряда ВВ изменится и составит соответственно, м:

$$l_{забр} = l_{заб}(1 - l_{пр} / l_{скв}); \quad (1.14)$$

$$l_{ВВр} = l_{скв} - l_{забр} - l_{пр}.$$

При рассредоточении колонки заряда ВВ на две части соответственно длину нижней и верхней части обычно принимают, м:

$$l_{ВВрн} = 0,65l_{ВВр}; \quad l_{ВВрв} = 0,35l_{ВВр}. \quad (1.15)$$

В этом случае масса заряда ВВ в нижней и верхней части скважины будут соответственно равны, кг:

$$Q_{сквн} = 0,65Q_{скв}, \quad (1.16)$$

$$Q_{сквв} = 0,35Q_{скв}. \quad (1.17)$$

Параметры сетки скважин:

-расстояние между скважинами в ряду, м:

$$a = [mQ_{скв}(q h_y)^{-1}]^{0,5}, \quad (1.18)$$

где m – коэффициент сближения скважин.

$$m = 0,85 + 0,25d_e. \quad (1.19)$$

Расстояние между рядами скважин, м:

$$b = a / m. \quad (1.20)$$

Количество рядов скважин

$$n = A_{БВР} / b, \quad (1.21)$$

где $A_{БВР}$ – ширина буровзрывной заходки, м.

В практике $A_{БВР}$ принимают равной ширине экскаваторной заходки, т.е.

$$A_{БВР} = (1,5 \div 1,7)R_{чy}, \quad (1.22)$$

где $R_{чy}$ – радиус черпания на горизонте установки экскаватора, м (см. **прилож. 8**).

Расчет параметров a, b проводится методом последовательных приближений, исходя из условия, чтобы количество рядов скважин в заходке было числом целым $[n]$, а произведение $[n]b$ не выходило за пределы ширины экскаваторной заходки, равной $(1,5 \div 1,7)R_{чy}$.

Линия сопротивления по подошве (W_{nn}) уступа, м:

- при наклонном расположении скважин:

$$W_{nn} = b \geq 3; \quad (1.23)$$

- при вертикальном расположении скважин определяется из условия безопасного бурения первого ряда скважин и качественной проработки подошвы уступа из условия:

$$h_y \operatorname{ctg} \alpha + C_1 \leq W_{nn} \leq (50 - 8,5d_e)d;$$

$$C_1 = h_y (\operatorname{ctg} \alpha_y - \operatorname{ctg} \alpha) \geq 3, \quad (1.24)$$

где α, α_y – соответственно рабочий и устойчивый углы откоса уступа, град. (при отработке скальных пород принимают $\alpha = 75$ град; $\alpha_y = 60$ град); C_1 – минимально допустимое расстояние от оси скважины до верхней бровки уступа, м.

Форму сетки скважин устанавливают с учетом угла между направлением максимальной скорости упругой волны в массиве и линией откоса уступа. Если этот угол находится в интервале от 30 до 60 град., то следует принимать прямоугольную сетку скважин, в остальных случаях необходимо принимать шахматную сетку скважин.

На основании выполненных расчетов необходимо изобразить схему пространственного расположения скважин с нанесе-

нием параметров сетки (см. рис. 1.1 или 1.2) и конструкцию скважинного заряда (см. рис. 1.3).

1.5. Расчет кислородного баланса скважинных зарядов

Цель. Установить влияние соотношения долей ВВ скважинного заряда на выброс вредных газов.

Теория. Кислородным балансом называется отношение избытка или недостатка кислорода во взрывчатом веществе, необходимого для полного окисления горючих элементов. ВВ с нулевым кислородным балансом выделяют минимальное количество ядовитых газов. При взрыве ВВ с отрицательным кислородным балансом образуется ядовитая окись углерода и углерод в виде сажи. При положительном кислородном балансе выделяется ядовитая окись азота.

Для оценки влияния продуктов взрыва на окружающую среду необходимо учитывать использование различных ВВ на кислородный баланс скважинного заряда.

Фактический кислородный баланс скважинного заряда можно определить

$$KB_{зар.} = \frac{P_1(KB_1) + P_2(KB_2)}{100}, \% \quad (1.25)$$

где KB_1, KB_2 – кислородный баланс $ВВ_1$ и $ВВ_2$ частей скважинного заряда, % (см. прилож. 6); P_1, P_2 содержание $ВВ_1$ и $ВВ_2$ в скважинном заряде, %. Значения P_1, P_2 можно определить из соотношения нижней и верхней частей скважинного заряда (см. формулу 1.15).

Вывод.

1.6. Определение интервалов замедления в схеме коротко замедленного взрывания

Цель. Выбор рациональных интервалов замедления.

Теория. Интервал замедления между инициированием зарядов смежных рядов должен превышать время замедления взрывов зарядов смежных скважин в ряду. Выполнение этого условия позволяет обеспечить одинаковую форму открытой поверхности для каждого из скважинных зарядов последующих рядов, т.е.

$$t_{mp} > t_p, \quad (1.26)$$

где t_{mp} – интервал замедления между рядами зарядов, мс;
 t_p – интервал замедления между смежными зарядами в рядах, мс.

Смысл и назначение параметра t_{mp} состоит в обеспечении интервала замедления, позволяющего создать к моменту взрыва очередного заряда (группы зарядов) компенсационного пространства, уменьшающего зажим отбиваемой породы. Величина t_{mp} определяется из условия наименьшего зажима слоев породы, отделяемых от массива взрывами зарядов последующих рядов. Такие условия выполняются, когда слой породы, отбиваемый зарядом (зарядами предыдущей серии), перемещается приблизительно на 1/3 его толщины к моменту начала детонации заряда (зарядов следующей серии).

Ориентировочно значение интервала замедления (мс) можно определить

$$t_{mp} = 2AW, \quad (1.27)$$

где A – эмпирический коэффициент, зависящий от крепости пород (для легковзрываемых пород $A = 6$; для средневзрываемых пород $A = 5$; для трудновзрываемых пород $A = 3$), мс/м; W – линия наименьшего сопротивления, м.

Линия наименьшего сопротивления W определяется как наименьшее расстояние от центра заряда ВВ до открытой поверхности. При использовании наклонных скважин, пробуренных практически параллельно откосу уступа (см. рис. 1.2), величину линии наименьшего сопротивления можно определить

$$W = C_1 \sin \alpha, \quad (1.28)$$

При вертикальном расположении скважин величину линии наименьшего сопротивления W можно определить

$$W = (l_{заб} + 0,5l_{ВВ}) \cos \alpha + C_1 \sin \alpha, \quad (1.29)$$

Главное требование к параметру t_p , определяющего интенсивность дробления, это обеспечение развития во взрываемом массиве трещин. Интервал замедления, необходимый для образования трещин, определяется с учетом того, что скорость развития трещин принимается из условия $C_{mp} \approx 0,2C$, тогда

$$t_{mp} = 20W / C, \quad (1.30)$$

где C – скорость продольной волны в массиве, м/с (см. приложение 2).

Рациональные интервалы замедления t_p и t_{mp} для монтажа схемы короткозамедленного взрывания (КЗВ) корректируются с учетом номиналов замедлений пиротехнических реле (РП-Д; РП-Н; РПЭ-2) или СИНВ-П, Искра-П, ДБИ-2 (см. прилож. 7).

Вывод.

1.7. Определение параметров развала горной массы при взрыве

Цель. Выбрать рациональную ширину развала.

Теория. При взрывной подготовке вскрышных пород к выемке параметры развала оцениваются шириной развала и коэффициентом разрыхления породы в этом развале; средним диаметром кусков взорванной горной массы и выходом негабарита.

При многорядном (два и более рядов) взрывании скважин применяется порядная, диагональная, поперечная схемы короткозамедленного взрывания (КЗВ).

Порядная схема КЗВ обеспечивает максимальную ширину развала, поперечная – минимальную, диагональная – промежуточную ее величину.

При транспортной технологии с использованием механических или гидравлических лопат схему КЗВ выбирают таким образом, чтобы расчетная ширина развала не превышала требуемой (см. задание), обеспечивающей заданное число проходов экскаватора для отгрузки развала.

Ширина развала (B_p) в общем случае определяется шириной буровзрывной заходки и дальностью перемещения горной массы, в зависимости от выбранной схемы КЗВ, м:

- при порядной

$$B_{пор} = A_{бвр} + 1,5h_y q_{нр}^{0,5} (1 + \sin \beta); \quad (1.31)$$

- при диагональной

$$B_{рδ} = A_{бвр} + 0,73[1,5h_y q_{нр}^{0,5} (1 + \sin \beta)]; \quad (1.32)$$

- при поперечной

$$B_{рпоп} = A_{бвр} + 0,46[1,5h_y q_{нр}^{0,5} (1 + \sin \beta)]. \quad (1.33)$$

Коэффициент разрыхления породы в развале

$$K_p = 0,5 \left[3 - (A_{бвр} / B_p)^2 \right]. \quad (1.34)$$

Средний диаметр куска взрывной горной массы, м:

$$d_{cp} = 5dd_e (5d + qd_e)^{-1}. \quad (1.35)$$

Выход негабаритной массы по ковшу экскаватора, %:

$$\varphi(x) = (x / d_{cp})^4 - 0,53(x / d_{cp})^5, \quad (1.36)$$

где $x = 0,75 \cdot E^{0,33}$, м.

Вывод.

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?

Лабораторная работа № 2

Расчет параметров опасных зон при взрывании скважинных зарядов

Цель. Обеспечение безопасности взрывных работ.

Теория. Безопасные расстояния и размеры опасных зон, также допустимая величина одновременно взрывааемых зарядов ВВ определяется в соответствии с требованиями «Единых правил безопасности при взрывных работах» (ПБ 13-407-01). Определяются радиусы разлета кусков породы при взрыве, действия воздушной ударной волны (УВВ) и зон сейсмического действия взрыва (рис.2.1). Безопасные расстояния на открытой местности (минимально допустимые величины радиусов опасных зон) при взрывании скважинных зарядов определяется проектом, но должны быть не менее 200 м;

2.1. 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:

$$r_{разл} = 1250\eta_z \sqrt{\frac{d \cdot f}{a(1 + \eta_{заб})}}, \quad (2.1)$$

где η_z – коэффициент заполнения скважины взрывчатым веществом; $\eta_{заб}$ – коэффициент заполнения скважины забойкой; d – диаметр взрывааемой скважины, м; f – коэффициент крепости по шкале проф. М. М. Протодьяконова; a – расстояние между скважинами в ряду или между рядами скважин, м.

Коэффициент заполнения скважины забойкой $\eta_{заб}$ равен отношению длины забойки в скважине к длине свободной от заряда верхней части скважины. При полном заполнении забойкой свободной от заряда верхней части скважины $\eta_{заб} = 1$, а при взрывании без забойки $\eta_{заб} = 0$.

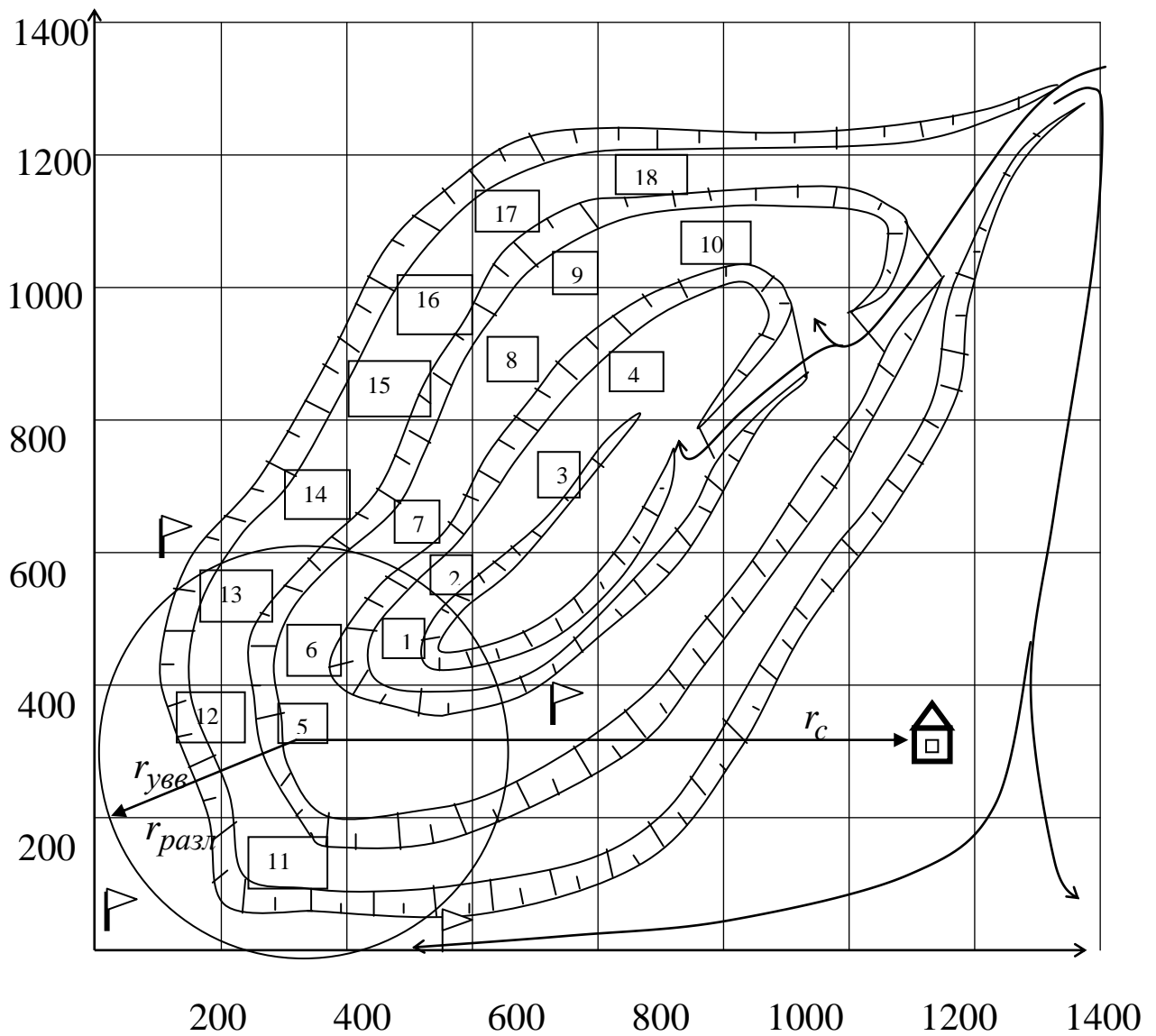


Рис. 2.1 Схема места проведения массового взрыва

- 5 – номер взрываемого блока;
- посты охраны опасной зоны; – охраняемый объект;
- r_c – расстояние от блока до охраняемого объекта;
- $r_{разл}$ – радиус разлета отдельных кусков породы;
- $r_{увв}$ – радиус действия УВВ

Коэффициент заполнения скважины взрывчатым веществом η_3 равен отношению длины заряда в скважине, к глубине пробуренной скважины. При взрывании серии скважинных зарядов одинакового диаметра расчет безопасного расстояния должен производиться по наименьшим значениям a , $\eta_{заб}$ и наибольшему η_3 в данной серии.

Расчетное значение опасного расстояния округляется в большую сторону до значения, кратного 50 м.

Окончательно принимаемое $r_{разл}$ должно быть не меньше минимального безопасного расстояния, регламентируемого [ПБ 13-407-01] (приложение 9).

Вывод.

2.2. 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, равной $Q_{сер}$, безопасное расстояние до охраняемого объекта определяется по формуле:

$$r_c = N^{1/6} K_2 K_c Q_{сер}^{1/3} \leq [r_c], \quad (2.2)$$

где $[r_c]$ – допустимое безопасное расстояние до охраняемого объекта, м; K_2 – коэффициент, зависящий от свойств грунта в основании охраняемого объекта (приложение 10); K_c – коэффициент, зависящий от типа здания (сооружения) и характера застройки (приложение 11); $Q_{сер}$ – общая масса ВВ в серии, кг:

$$Q_{сер} = N \cdot Q_{скв}, \quad (2.3)$$

где $Q_{скв}$ – масса скважинного заряда, кг.

Для конкретных условий K_2 , K_c и расстояние до охраняемого объекта $[r_c]$ известны. Рассчитана ранее и масса скважинного заряда ВВ. Поэтому для того, чтобы определить N и $Q_{сер}$, необходимо последовательным умножением $Q_{скв}$ на количество

скважин от 1 до N подобрать такое значение N , при котором удовлетворяется условие $r_c \leq [r_c]$.

При использовании СИНВ, Искра, Эдилин заряды взрываются одновременно. Безопасное расстояние по сейсмическому действию взрыва при одновременном взрывании N зарядов определится

$$r_c = K_2 K_c Q_{\text{бл}}^{1/3} / N^{1/4}. \quad (2.4)$$

Вывод.

2.3. Определение расстояний, опасных по действию ударной воздушной волны

Безопасное расстояние по действию ударной воздушной волны при взрыве для зданий и сооружений определяется, м:

$$r_{увв} = K_в Q_{сер}^{1/3} \leq [r_c], \quad (2.5)$$

где $K_в$ – коэффициент пропорциональности, значения которого зависят от условий расположения и массы мгновенно взрывающегося заряда, а также степени допустимых повреждений зданий (сооружений).

При условии отсутствия повреждений зданий (сооружений) для серии мгновенно взрывающихся скважинных зарядов ВВ общей массой $Q_{сер}$ менее 20 т коэффициент пропорциональности $K_в$ следует принимать 20, а при общей массе $Q_{сер}$ более 20 т коэффициент пропорциональности $K_в = 200$.

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

По результатам расчета $r_{разл}$, $r_{увв}$ и r_c на ситуационном плане (см. рис. 2.1) для своего варианта лабораторной работы наносятся опасные зоны.

Вывод.

2.4. Безопасное расстояние по действию ядовитых газов

При взрывании зарядов должна быть учтена газоносность взрыва и установлено безопасное расстояние, за пределами которого содержание ядовитых газов (в пересчёте на условную окись углерода) не должно превышать предельно допустимых концентраций.

Безопасное по действию ядовитых газов расстояние, r_2 м, в условиях отсутствия ветра или в направлении, перпендикулярном к распространению ветра, при взрыве зарядов на выброс определяется по формуле

$$r_2 = 160\sqrt{Q_{\text{бл}}}, \text{ м}, \quad (2.6)$$

где $Q_{\text{бл}}$ – суммарная масса взрываемых зарядов, т

По направлению ветра радиус газоопасной зоны определяется по формуле

$$r_2 = 160(1 + 0,5V_v)\sqrt{Q_{\text{бл}}}, \text{ м}, \quad (2.7)$$

где V_v – прогнозируемая скорость ветра, м/с (принять скорость ветра 5 м/с).

Указать на ситуационном плане (см. рис. 2.1) радиус распространения ядовитых газов.

Вывод.

Контрольные вопросы

1. По каким факторам 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. Какой параметр является определяющим для выбора радиуса опасной зоны по разлету породы при взрыве?
5. Что является критерием поражающего действия ударной воздушной волны?
6. От чего зависит сейсмическое действие взрыва?
7. За счет чего можно снизить сейсмическое действие взрыва?

Лабораторная работа № 3

Изучение неэлектрических средств инициирования скважинных зарядов

Цель. Выбор рациональной схемы инициирования скважинных зарядов.

Теория. Для обеспечения необходимого качества дробления, величины развала в зависимости от характеристик взрывающейся породы можно управлять процессом взрыва, используя неэлектрические средства инициирования (СИ) – огнепроводный и детонирующий шнур, капсули-детонаторы, а также пиротехнические реле, системы инициирования волноводами СИНВ, Искра, Эдилин с различным временем замедления (см. прилож. 7).

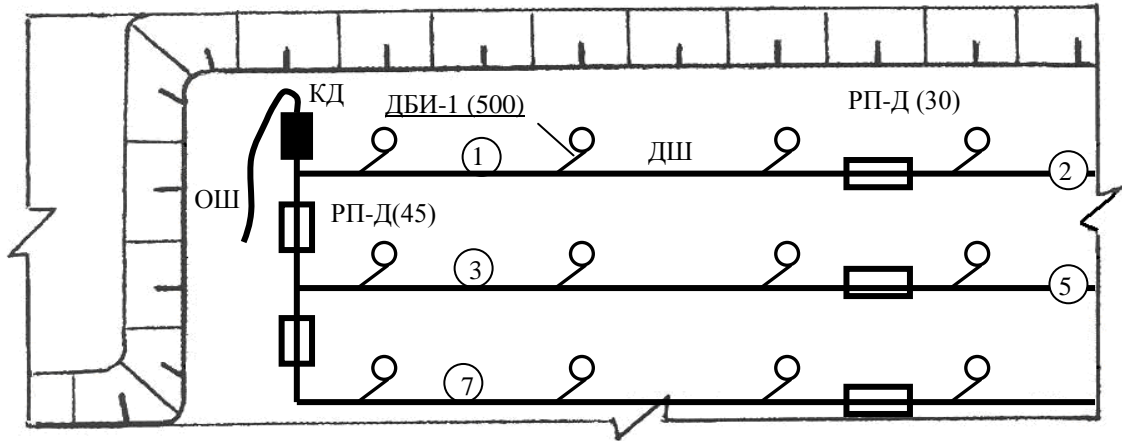
3.1. Для монтажа схемы поверхностной сети используется огнепроводный шнур, капсуль-детонатор, детонирующий шнур и пиротехнические реле. В скважины опускается детонирующий шнур с промежуточным детонатором. В настоящее время поверхностную сеть монтируют детонирующим шнуром с пиротехническими реле, а в скважины опускают СИНВ-С, Искра-С или Эдилин (ДБИ-1), подсоединенные к промежуточным детонаторам. В качестве примера приведена схема (рис. 3.1). Используя результаты лабораторной работы № 1 необходимо составить схему инициирования скважинных зарядов.

Вывод.

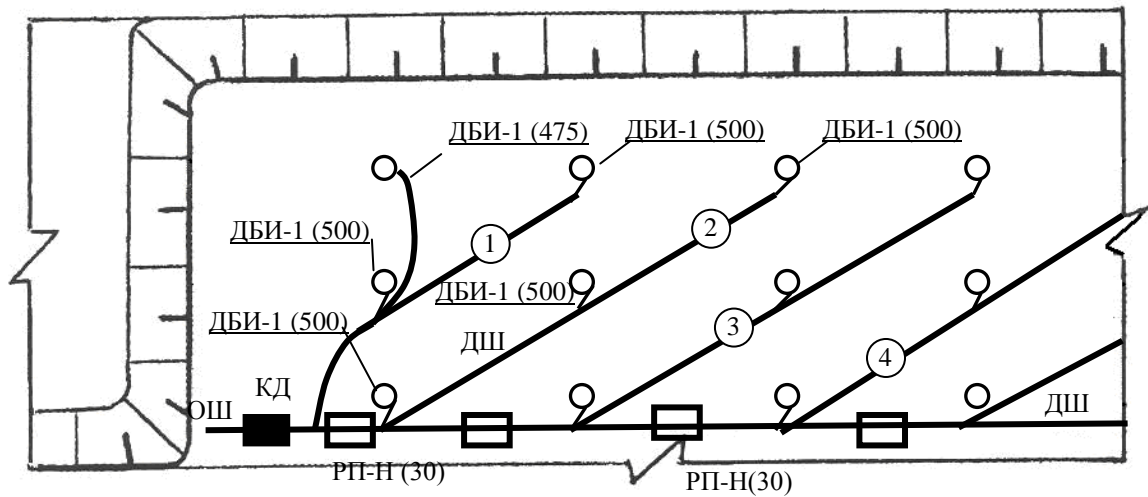
3.2. Для монтажа схемы поверхностной сети используется неэлектрические системы с волноводами СИНВ-П, Искра-П или Эдилин (ДБИ-2). В скважины опускаются СИНВ-С, Искра-С или Эдилин (ДБИ-1), подсоединенные к промежуточным детонаторам. В качестве примера приведена схема (рис. 3.2). Используя результаты лабораторной работы № 1 необходимо составить схему инициирования скважинных зарядов.

Вывод.

Продольная



Диагональная



Поперечная

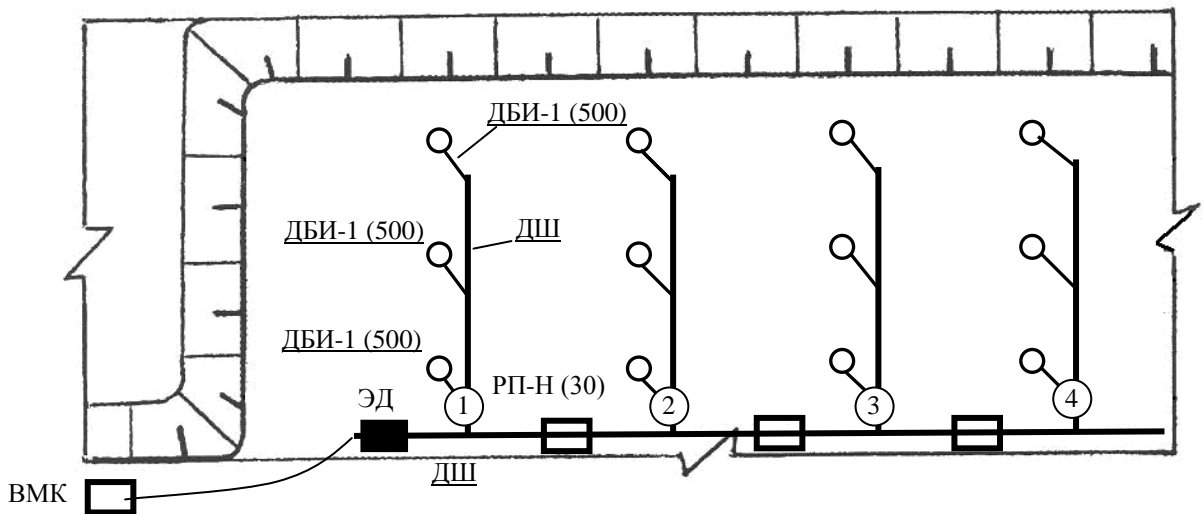
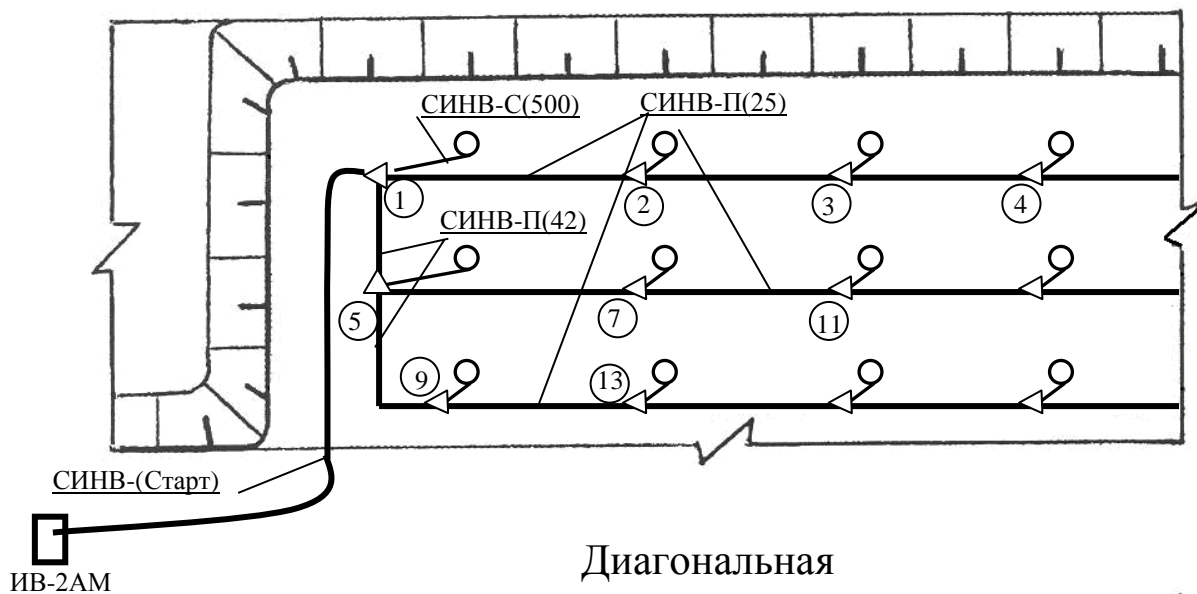
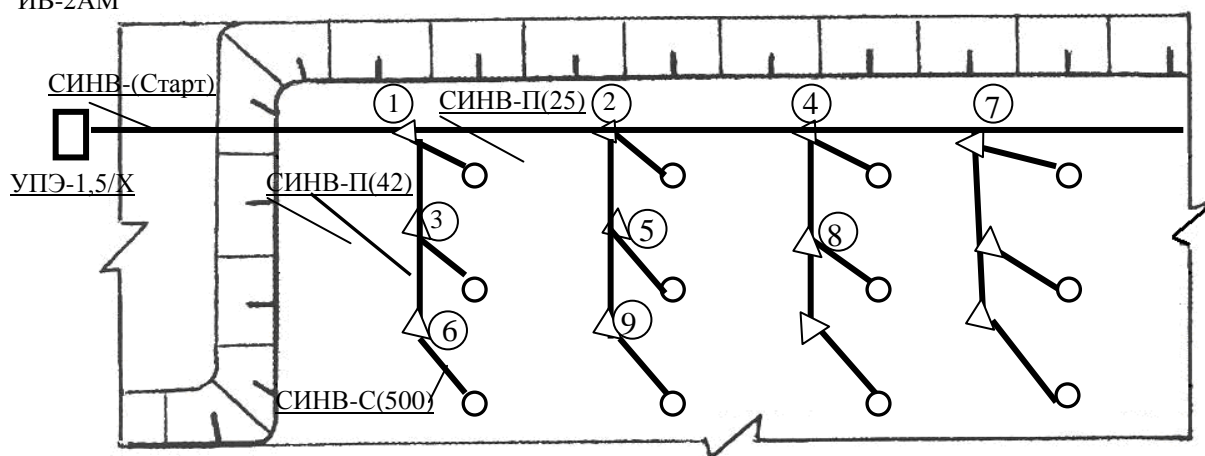


Рис. 3.1. Комбинированные схемы иницирования зарядов с применением ДШ и ДБИ-1 или СИНВ-С, Искра-С

Продольная



Диагональная



Поперечная

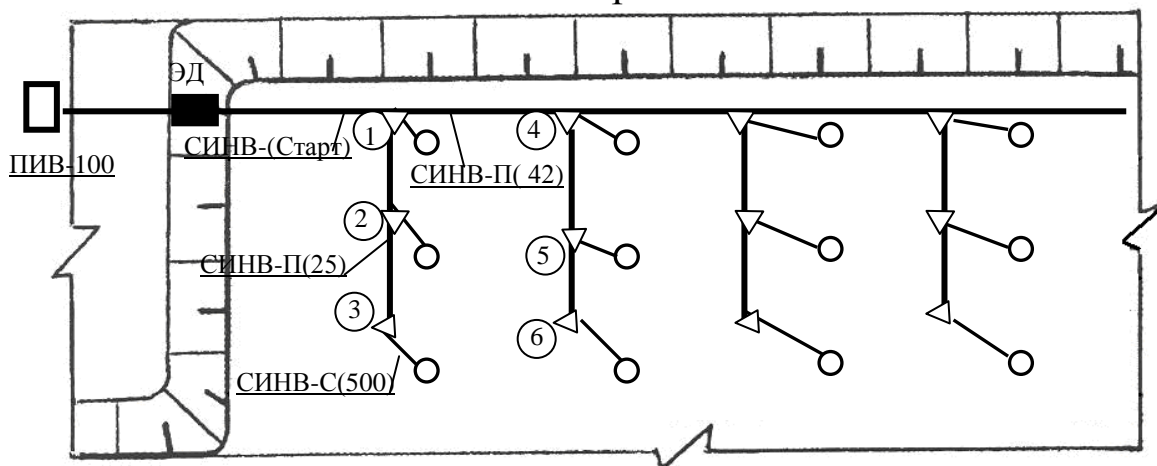


Рис. 3.2. Технологические схемы иницирования зарядов с применением СИНВ, Искра, ДБИ

Лабораторная работа № 4

Изучение электрических и электронных средств инициирования скважинных зарядов

Цель. Выбор рациональной схемы инициирования скважинных зарядов с применением электродетонаторов и 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 электрические как самостоятельно, так и в комбинации с системами инициирования волноводами СИНВ, Искра и Эдилин с различным временем задержки и электронные средства инициирования (см. прил. 7).

4.1. Использование электродетонаторов

На открытых горных работах электродетонаторы в основном применяются как средство инициирования поверхностной магистральной сети, вместо зажигательной трубки или пускового устройства волноводов.

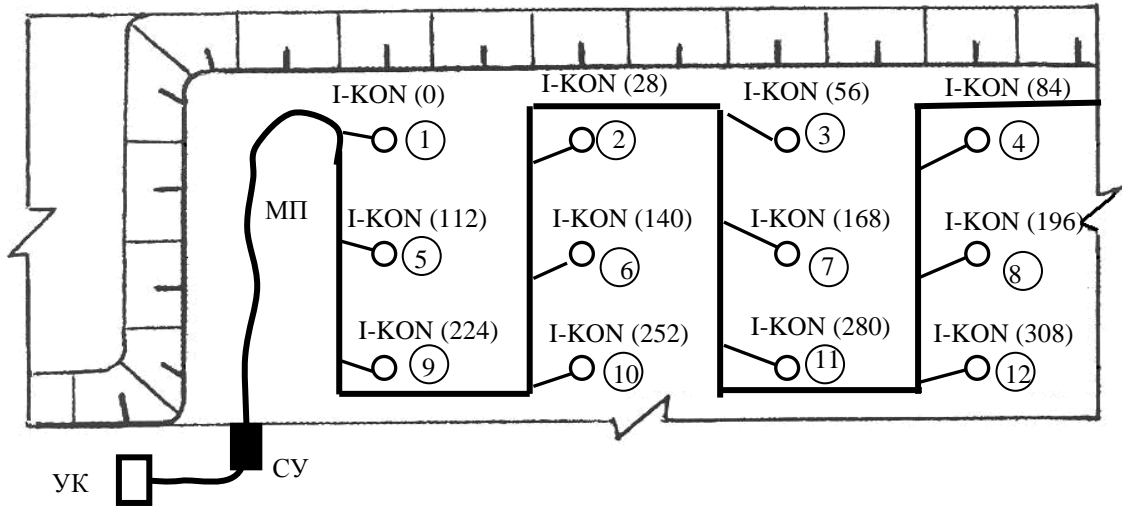
На основании изложенного, используя результаты лабораторной работы № 3 необходимо изобразить схемы инициирования скважинных зарядов по своему варианту с использованием электродетонаторов (см. рис.3.1 и 3.2 поперечная)

4.2. Использование электронных детонаторов

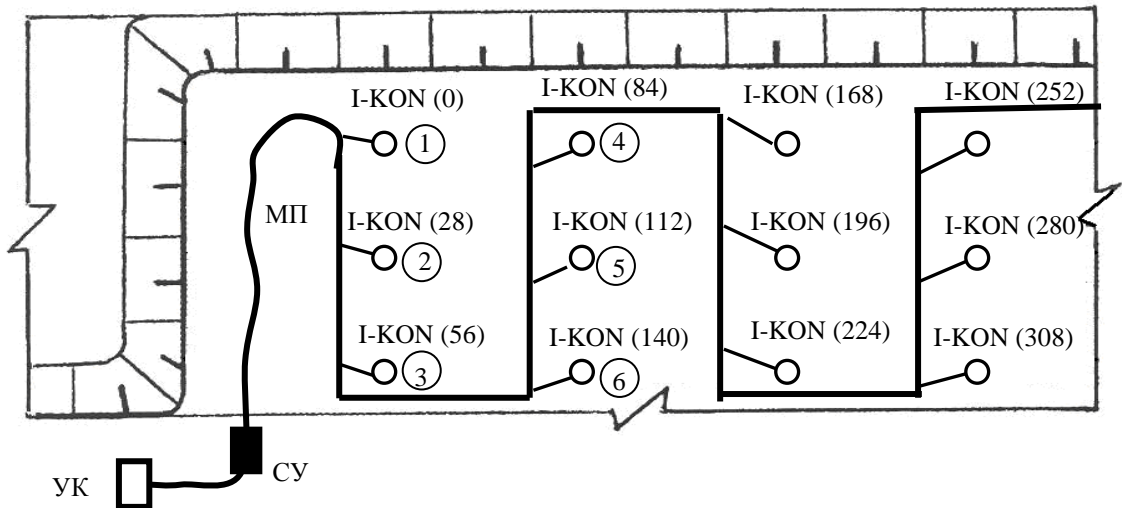
Электронные детонаторы отличаются от традиционных электрических детонаторов. Они могут быть использованы только со специальной взрывной машинкой. Схема монтажа определяется исходя из конкретных условий (глубины скважин, линии наименьшего сопротивления и конфигурацией блока).

При использовании системы электронного взрывания конфигурация блока может быть практически любой и не влияет на последовательность инициирования скважинных зарядов. В качестве примера приведена схема (рис. 4.1).

Продольная



Поперечная



Диагональная

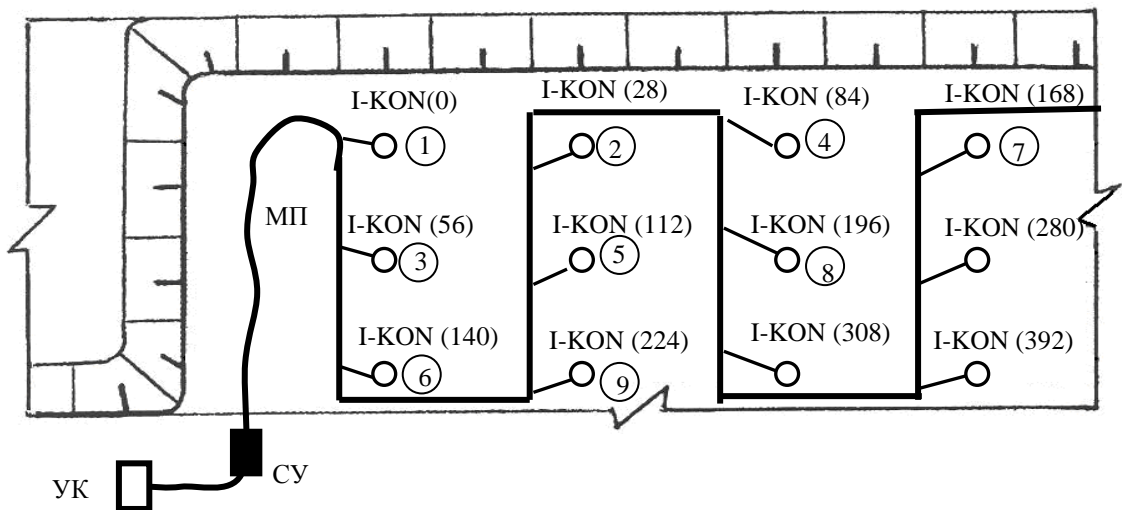


Рис. 4.1. Схема монтажа сети с электронными детонаторами

Система **электронного** взрывания состоит из следующих компонентов: управляющий компьютер (УК); согласующий модуль (СМ); магистральный провод (МП); соединители проводов; электронные детонаторы I-KON, DAVEYTRONIC, ЭДЭЗ.

На основании изложенного, используя результаты лабораторной работы № 1, необходимо изобразить схему инициирования скважинных зарядов по своему варианту с использованием электронных детонаторов I-KON или DAVEYTRONIC.

Лабораторная работа № 5

Технология, организация и безопасность взрывных работ при ручном зарядании скважин

Цель. Рациональное распределение рабочих при ручном зарядании скважин.

Теория. Технология производства ВР методом скважинных зарядов при ручной зарядке заключается в получении ВМ со склада, погрузке их в транспортные средства, транспортировании, разгрузке и разноске ВМ к скважинам на взрываемом блоке, ограждении запретной зоны, изготовлении боевиков и опускании их в скважину, зарядании ВВ и забойке скважин, охране опасной зоны, подаче сигналов, монтаже взрывной сети, взрывании, проветривании, осмотре взорванного блока (при необходимости ликвидации отказов) и оформлении документов на взрыв (**приложение 13**).

Режим работы взрывников – пятидневная рабочая неделя с двумя выходными днями. ВР на разрезах ведутся только в дневное время суток в одну 8 часовую смену. Обеденный перерыв – в середине рабочей смены.

5.1. Организация работ при получении ВВ на складе

При руководстве взрывными работами горный инженер контролирует правильность составления проекта, получение ВВ на складе, осуществляет руководство техникой и технологией зарядания, контролирует монтаж взрывной сети и производство взрыва.

Распорядок проведения массового взрыва составляется для конкретного блока с указанием даты и времени его проведения.

Проект массового взрыва утверждается техническим руководителем горного предприятия и вводится в действие приказом руководителя этого предприятия. Проект массового взрыва хранится в делах взрывного участка до полной отработки взрывного блока.

Выдача ВМ осуществляется с расходного склада (рис.5.1).

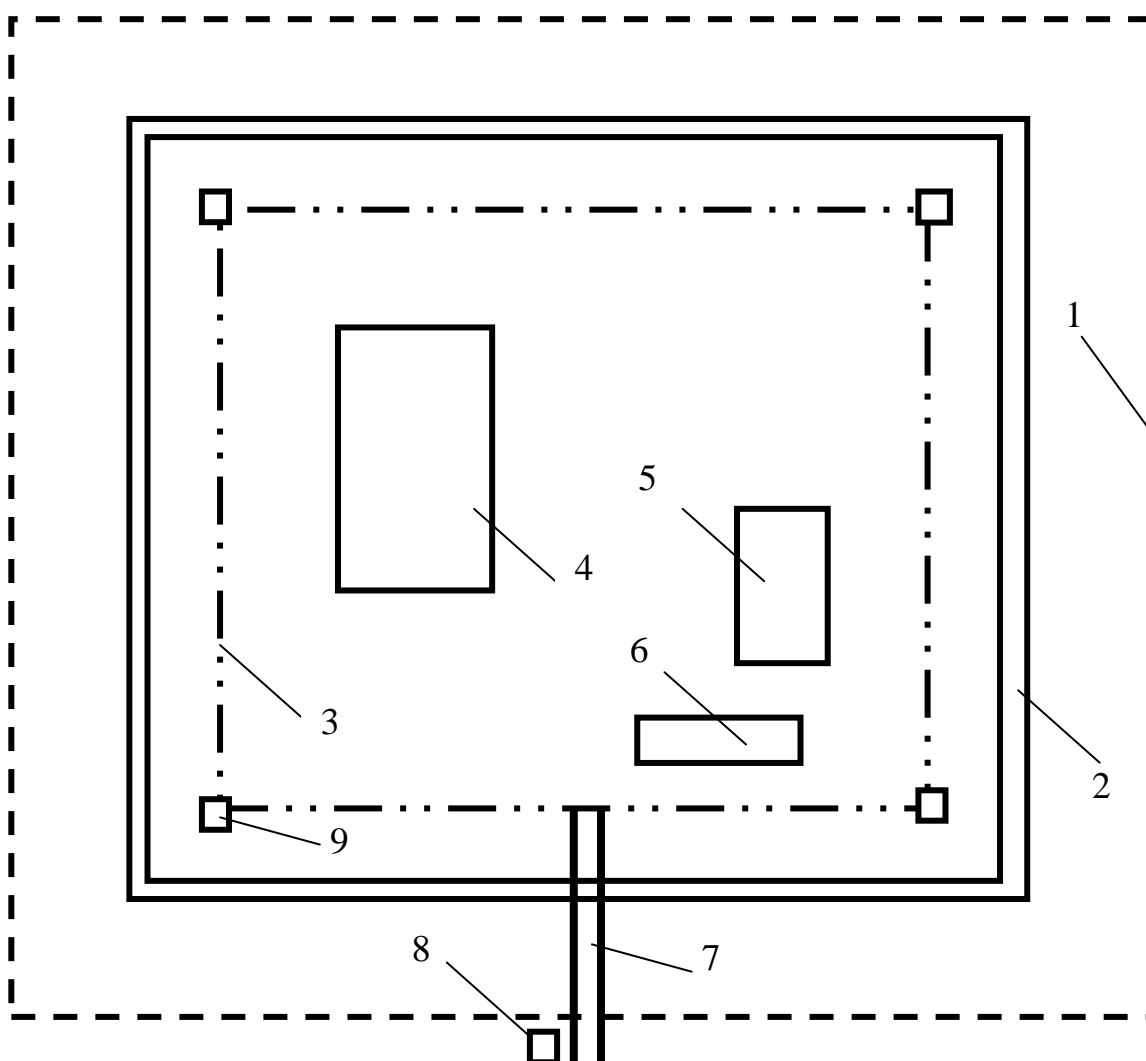


Рис. 5.1. Схема расходного склада ВМ: 1 – граница территории склада; 2 – противопожарная канава; 3 – ограда; 4 – хранилище ВВ; 5 – хранилище СВ; 6 – пожарный водоем; 7 – дорога на территорию склада; 8 – караульное помещение; 9 – караульные вышки

5.2. Расчет карты организации труда взрывников

Расчет карты организации труда взрывников при ручном зарядании скважин заключается в определении времени каждой технологической операции производства ВР. Нормы времени на выполнение отдельных операций известны (**приложение 14**).

Время на получение ВМ на складе и погрузке их на автотранспорт, мин:

$$T_1 = t_1 Q_{\text{бл}} / N_{\text{взр}}, \quad (5.1)$$

где t_1 – норма времени на получение и погрузку 1т ВМ, мин.; $N_{\text{взр}}$ – число взрывников, занятых в данной операции, чел.; $Q_{\text{бл}}$ – масса заряда ВВ на блоке, т.

$$Q_{\text{бл}} = V_{\text{бл}} q / 1000, \quad (5.2)$$

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

Количество скважин на блоке округляется в большую сторону до целого числа $[N_{\text{скв}}]$, шт.

$$N_{\text{скв}} = 1000 Q_{\text{бл}} / Q_{\text{скв}}, \quad (5.3)$$

и уточняется общая масса заряда ВВ в блоке, которая и используется в дальнейших расчетах

$$Q_{\text{бл}} = [N_{\text{скв}}] Q_{\text{скв}} / 1000, \quad (5.4)$$

где $Q_{\text{скв}}$ – масса заряда ВВ в скважине, кг.

Время на сопровождение автомашины с ВМ со склада до блока, мин:

$$T_2 = t_2 L_{\text{с-б}}, \quad (5.5)$$

где t_2 – норма времени на движение автомобиля с ВМ на расстояние 1 км, мин; $L_{\text{с-б}}$ – расстояние от склада ВМ до блока, км.

Время на ограждение запретной зоны сигнальными флажками, мин:

$$T_3 = t_3, \quad (5.6)$$

где t_3 – норма времени на ограждение запретной зоны сигнальными флажками, мин.

Время на разгрузку ВМ с автомашин и разноску его по скважинам, мин:

$$T_4 = t_4 Q_{\text{бл}} / N_{\text{взр}}, \quad (5.7)$$

где t_4 – норма времени на разгрузку и разноску ВМ по скважинам, мин.

Время на зарядание скважин всего блока, мин:

$$T_5 = t_5 N_{\text{скв}} / N_{\text{взр}}, \quad (5.8)$$

где t_5 – время на зарядание одной скважины одним взрывником.

$$t_5 = t_{51} + t_{52} n_{\text{бв}} + t_{53} Q_{\text{скв}} + t_{54} + t_{55} Q_{\text{заб}}, \quad (5.9)$$

где t_{51} – норма времени на открытие скважины и замер ее глубины, мин; t_{52} – норма времени на изготовление одного боевика и опускание его в скважину, мин; $n_{\text{бв}}$ – число боевиков в одной скважине, шт.; t_{53} – норма времени на засыпку 1 кг ВВ в скважину, мин; t_{54} – норма времени на замер глубины забойки, мин; t_{55} – норма времени на засыпку 1 кг забоечного материала в скважину, мин; $Q_{\text{заб}}$ – масса забойки в одной скважине, кг.

$$Q_{\text{заб}} = 0,25 \pi d^2 l_{\text{заб}} \rho_{\text{заб}}, \quad (5.10)$$

где d – диаметр скважин, м; $l_{\text{заб}}$ – длина забойки, м; $\rho_{\text{заб}}$ – плотность забойки, кг/м³.

Время на прокладку и монтаж магистральных и секционных ДШ, СИНВ, мин:

$$T_6 = t_6 (L_m + L_c) / N_{\text{взр}}, \quad (5.11)$$

где t_6 – норма времени на прокладку монтаж 1 м взрывной сети, мин; L_m, L_c – соответственно длина магистральных и секционных ДШ или СИНВ, м.

$$L_c = N_{\text{скв}} [b(n-1) + 2]; \quad (5.12)$$

$$L_m = N_{\text{скв}} a + L_{\text{ст}}, \quad (5.13)$$

где a – расстояние между скважинами, м; b – расстояние между рядами скважин, м; $L_{\text{ст}}$ – длина стартового отрезка (ДШ = 50 м или СИНВ-Старт = 150 м).

Время на сбор и погрузку тары из под ВМ, мин:

$$T_7 = t_7 Q_{\text{бл}} / q_{\text{меш}} N_{\text{взр}}, \quad (5.14)$$

где t_7 – норма времени на сбор единицы тары, мин; $q_{меш}$ – масса ВВ в одном мешке, т (принять $q_{меш} = 0,04$ т).

Время на выставление охраны опасной зоны, мин

$$T_8 = t_8, \quad (5.15)$$

где t_8 – норма времени на выставление охраны опасной зоны, мин.

Время на подачу предупредительного сигнала и вывод людей, мин:

$$T_9 = t_9, \quad (5.16)$$

где t_9 – норма времени на подачу предупредительного сигнала и вывод людей за пределы опасной зоны, мин.

Время на окончательный монтаж взрывной сети, мин:

$$T_{10} = t_6 N_{скв} / N_{взр}. \quad (5.17)$$

Время, соответственно, на:

–подачу сигнала «боевой», взрывание и проветривание блока;

–осмотр взорванного блока;

– подачу сигнала «отбой»

$$T_{11} = t_{11}; \quad T_{12} = t_{12}; \quad T_{13} = t_{12}, \quad (5.18)$$

где t_{11} , t_{12} , t_{13} – соответственно, норма времени на: подачу боевого сигнала, взрывание и проветривание; осмотр взорванного блока; подачу сигнала «отбой», мин.

Время на сжигание бумажных мешков из под ВВ, мин:

$$T_{14} = t_{14} Q_{бл} / (q_{меш} N_{взр.}), \quad (5.19)$$

где t_{14} – норма времени на сжигание 1 мешка из под ВВ, мин.

Время на оформление документов на проведенный взрыв, мин:

$$T_{15} = t_{15}, \quad (5.20)$$

где t_{15} – норма времени на оформление документов на проведенный взрыв, мин.

5.3. Составление карты организации труда взрывников

На основании расчета времени на выполнение операций и состава работ (**приложение 13**) строится график занятости рабочих, на котором показано: по оси ординат – наименование и последовательность технологических операций, по оси абсцисс – продолжительность этих операций (табл.5.1).

В начале заполняются графы 2-4. Затем намечаются отдельные операции, которые с целью сокращения общего времени проведения взрыва можно совместить во времени (одновременное исполнение нескольких операций). После чего заполняется графа 5, в которой указывается суммарное время выполнения отдельных операций с нарастающим итогом с учетом совмещения операций.

В случае, если невозможно организовать производство ВР в одну смену, рекомендуется прекращать ВР в зависимости от затрат времени либо после разноски ВМ по скважинам, либо после зарядания скважин. При этом обязательно должна выставляться вооруженная охрана запретной зоны.

Конечной целью построения карты являются составление плана проведения ВР, определение оптимальной численности бригады взрывников и числа взрывников, выполняющих отдельные операции, а также общего времени выполнения взрыва.

Вывод.

Пример расчета карты организации труда взрывников

Для взрывной подготовки вскрышных пород блока объемом 100 тыс. м³ требуется ВВ и забойка. Принята бригада взрывников в количестве восемнадцати человек.

В приведенном примере (см. табл. 5.1) совмещены во времени операции номер 6, 7, 8. Округление временных характеристик в графе 5 произведено в большую сторону. В данном примере общее время выполнения ВР укладывается в одну смену.

Время на получение и погрузки ВМ на автомашины

$$T_1 = 30 \cdot 57,4 / 18 = 96 \text{ мин};$$

$$Q_{\text{бл}} = 100000 \cdot 0,57 / 1000 = 57 \text{ т}; N_{\text{скв}} = 1000 \cdot 57 / 675 \approx 85 \text{ шт.};$$

$$Q_{\text{бл}} = 675 \cdot 85 / 1000 = 57,4 \text{ т}.$$

Время на сопровождение автомашины с ВМ со склада на блок

$$T_2 = 2 \cdot 4 = 8 \text{ мин.}$$

Время на ограждение запретной зоны $T_3 = 5$ мин.

Время на разгрузку и разноску ВМ по скважинам

$$T_4 = 45 \cdot 57,4 / 18 \approx 144 \text{ мин.}$$

Время на зарядание скважин

$$T_5 = 25 \cdot 85 / 18 \approx 118 \text{ мин.};$$

$$Q_{\text{заб}} = 0,25 \cdot 3,14 \cdot 0,245^2 \cdot 4 \cdot 2000 \approx 377 \text{ кг.};$$

$$t_5 = 1,1 + 1 \cdot 2 + 0,02 \cdot 675 + 0,5 + 0,02 \cdot 377 \approx 25 \text{ мин.}$$

Время на прокладку и монтаж магистральных и секционных ДШ (СИНВ-П)

$$T_6 = 0,2(397 + 334) / 9 \approx 17 \text{ мин.};$$

$$L_{\text{дшм}} = 85 [6(3-1) + 2] / 3 \approx 397 \text{ м.};$$

$$L_{\text{дшс}} = 85 \cdot 10 / 3 + 50 \approx 334 \text{ м.}$$

Время на сбор тары из-под ВМ

$$T_7 = 0,1 \cdot 57 / (0,04 \cdot 8) \approx 16 \text{ мин.}$$

Время на выставление охраны опасной зоны $T_8 = 10$ мин.

Время на подачу предупредительного сигнала

$$T_9 = 5 \text{ мин.}$$

Время на окончательный монтаж взрывной сети

$$T_{10} = 0,2 \cdot 85 / 3 \approx 6 \text{ мин.}$$

Время на подачу боевого сигнала, взрывание и проветривание

$$T_{11} = 18 \text{ мин.}$$

Время на осмотр взорванного блока

$$T_{12} = 15 \text{ мин.}$$

Время на подачу сигнала «отбой»

$$T_{13} = 6 \text{ мин.}$$

Время на сжигание мешков

$$T_{14} = 1267 \cdot 0,015 / 3 = 7 \text{ мин.}$$

Время на оформление документов на взрыв

$$T_{15} = 6 \text{ мин.}$$

Общее время на взрыв составит 7,5 ч. Численность бригады взрывников достаточна.

Таблица 5.1

Карта организации труда взрывников при ручном зарядании

Наименование технологических операций	Объем работы операции	Число исполнителей, чел.	Продолжительность операции, мин	Суммарное время выполнения операций, мин(ч)	Продолжительность смены, ч							
					1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Получение ВМ на складе и погрузка на автомобили, т	57,4	18	96	96 (1,6)								
2. Сопровождение автомобиля с ВМ на блок, км	4	4	8	104 (1,8)								
3. Ограждение запретной зоны, шт.	1	1	5	109 (1,9)								
4. Разгрузка и разноска ВМ по скважинам, т	57,4	18	144	253 (4,3)								
5. Зарядание скважин, шт.	85	18	118	371 (6,2)								
6. Прокладка и монтаж магистральных и секционных ДШ, м	731	9	17	388 (6,5)								
7. Сбор и погрузка тары из-под ВМ, шт.	1267	8	16	387 (6,5)								

Контрольные вопросы

1. Назовите технологические операции при ведении ВР с ручным заряданием скважин.
2. В чем заключается расчет карты организации труда?
3. Назовите последовательность составления карты организации труда взрывников.
4. Назовите факторы, определяющие условия труда взрывников.

Лабораторная работа № 6

Изучение средств механизации взрывных работ

Цель. Выбор рационального количества зарядных и забоечных машин.

Теория. Гранулированные смесевые ВВ и эмульсионные ВВ приготавливают на стационарных пунктах и загружают в зарядные машины (рис.6.1 и 6.2).

Количество зарядных машин i -ого типа, необходимых для зарядания скважин взрываемого блока, шт.

$$N_{зар.м} = N_{скв} Q_{скв.i} / Q_{зар.м}, \quad (6.1)$$

где $N_{скв}$ – число скважин, шт.; $Q_{скв.i}$ – масса i -ого ВВ в скважине, т; $Q_{зар.м}$ – грузоподъемность зарядной машины, т.

Блок может быть заряжен одной зарядной машиной, которая доставляет ВВ и заряжает скважины последовательно за необходимое количество рейсов или несколькими машинами за меньшее количество рейсов. Основными критериями при определении числа зарядных машин являются их минимум и обеспечение заданного времени выполнения взрыва. Желательно в течение смены.

Зарядные машины отличаются тем, что каждая марка зарядной машины предназначена для доставки на блок и зарядания только определенных видов ВВ (табл. 6.1).

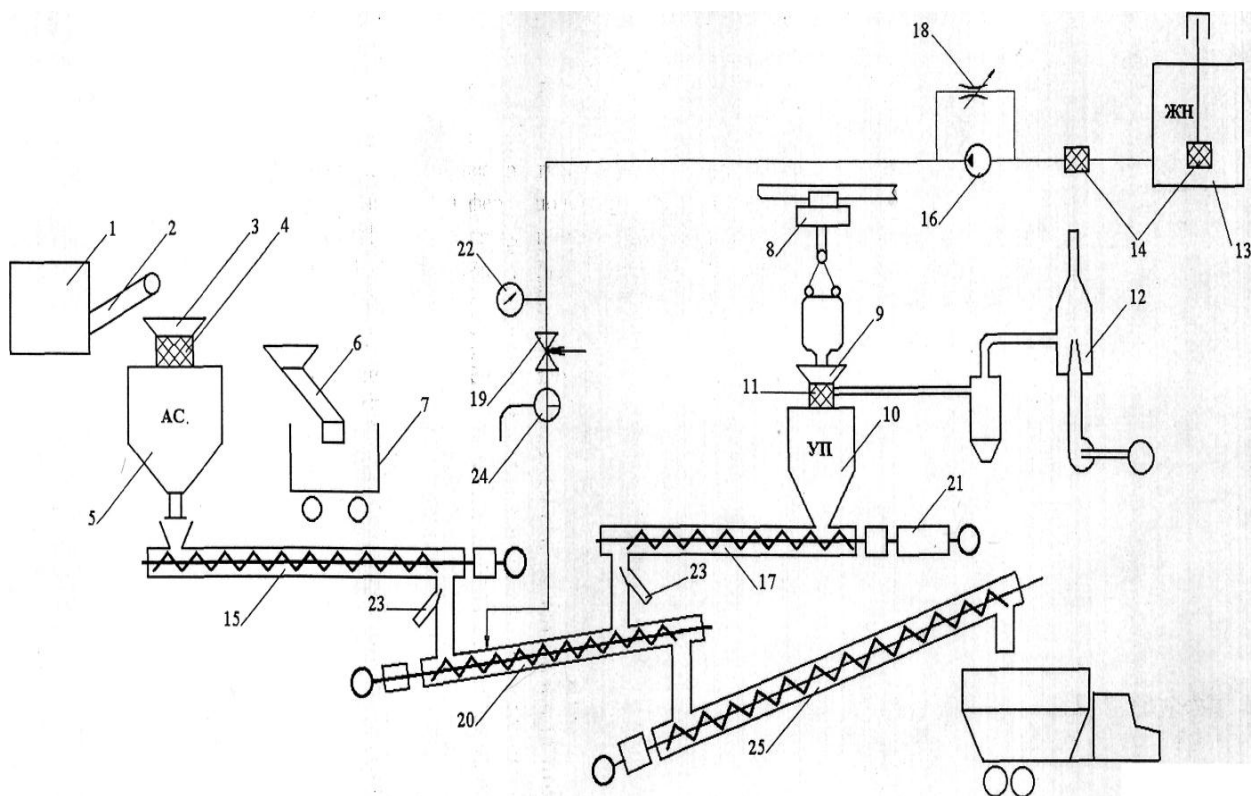


Рис. 6.1. Технологическая схема линия изготовления гранулитов

1 – хранилище АС; 2 – конвейер ленточный; 3 – установка растаривающая; 4 – сетка; 5 – бункер-накопитель АС; 6 – лоток сбора порожней тары; 7 – тележка сбора порожней тары; 8 – электротельфер; 9 – подставка разгрузочная; 10 – бункер-накопитель УП; 11 – сетка; 12 – система пылеотсоса; 13 – емкость накопительная ЖН; 14 – фильтры сетчатые; 15 – шнек-дозатор АС; 16 – насосная установка; 17 – шнек-дозатор УП; 18 – дроссель; 19 – вентиль дозирования ЖН; 20 – шнек-смеситель; 21 – вариатор; 22 – манометр; 23 – точки отбора проб; 24 – патрубок отводной ЖН; 25 – шнек-транспортер

Число забоечных машин ($N_{заб.м}$), необходимых для забойки скважин всего блока, определяется аналогично количеству зарядных машин.

Забоечные машины выбираются исходя из их грузоподъемности, диаметра заряжаемых скважин и организации работ по их забойке (табл. 6.2).

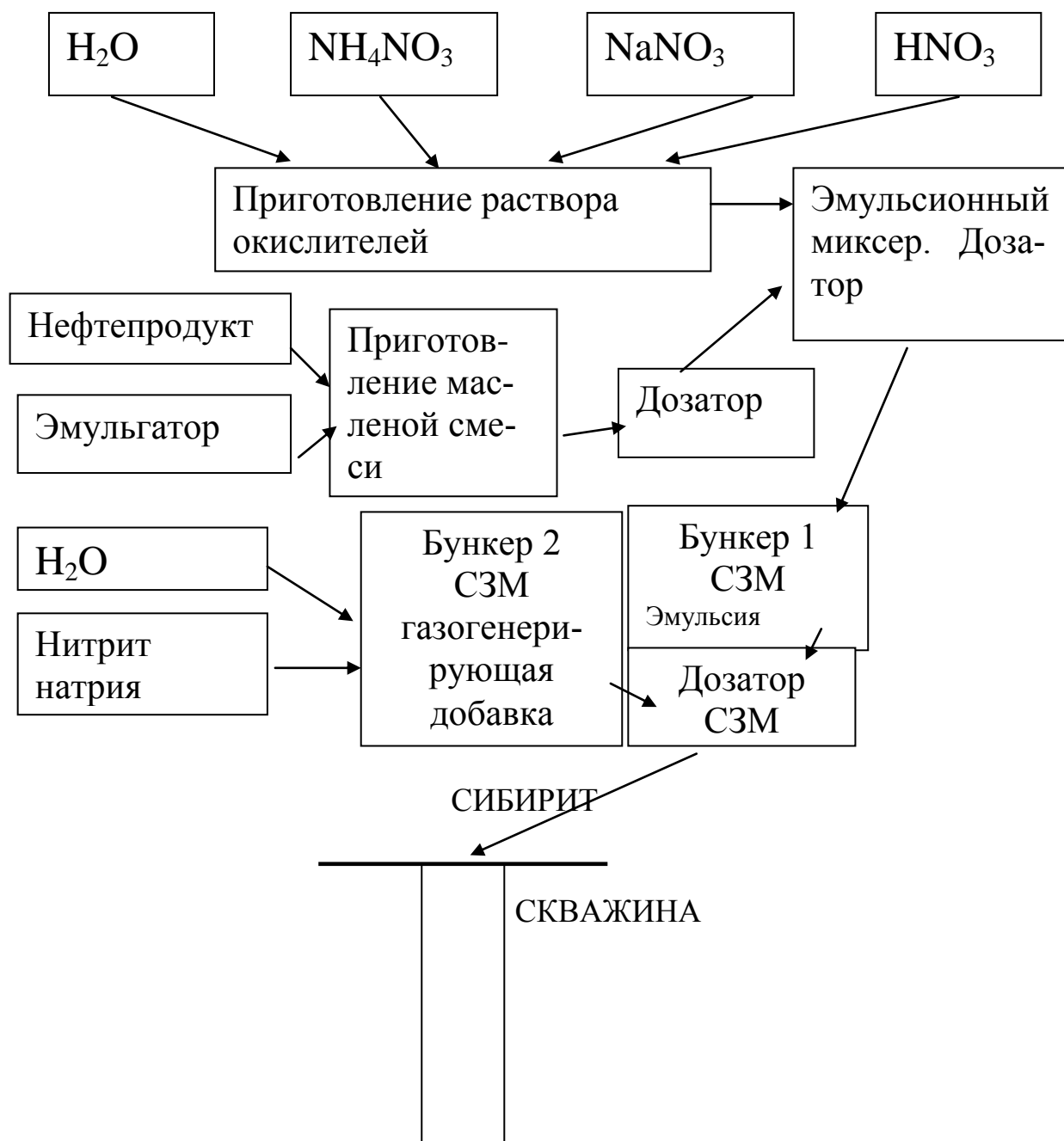


Рис. 6.2. Схема изготовления сибирита на стационарном пункте

Таблица 6.1

Характеристика зарядных машин

Показатели	МЗ-4Б	МЗ-3Б-12	СЗМ-10	МЗУ-16
Вид заряжаемого ВВ	<i>сыпучее</i>		<i>эмульсионное</i>	
Грузоподъемность $Q_{зар.м}$, т	25	12	10	16
Производительность $P_{зар.м}$, кг/мин	450	600	500	500
База	<i>БелАЗ-7540</i>	<i>КрАЗ-65055</i>	<i>КрАЗ-65055</i>	<i>КАМАЗ-6520</i>

Таблица 6.2

Характеристика забоечных машин

Показатели	ЗС-1М	ЗС-2М
Грузоподъемность $Q_{заб.м}$, т	5,0	11,0
Диаметр скважины, м	<i>0,19 и более</i>	<i>0,19 и более</i>
Производительность $P_{заб.м}$, кг/мин	1700	1700
Вместимость бункера, м ³	4,0	8,4
Масса с забойкой, т	13,3	23,5

Вывод.**Контрольные вопросы**

1. Назовите типы зарядных машин в зависимости от назначения.
2. Назовите типы забоечных машин в зависимости от назначения.
3. Какие факторы определяют выбор типа зарядной машины?
4. Назовите факторы, по которым выбирается тип забоечной машины.
5. Приготовление смесевых ВВ.
6. Приготовление эмульсионных ВВ.

Лабораторная работа № 7

Технология производства взрывных работ с механизированной зарядкой скважин

Цель. Рациональное распределение рабочих при механизированном зарядании скважин.

Теория. Технология производства ВР методом скважинных зарядов и механизированной их зарядке заключается в подготовке зарядных и забоечных машин к работе, выезде из гаража и движении к местам погрузки ВВ и забоечного материала, движении машин на взрываемый блок, ограждении запретной зоны, зарядании и забойке скважин, движении машины в гараж, сборе пустой тары из под ВМ, охране опасной зоны, подаче сигналов, монтаже взрывной сети, взрывании, проветривании, осмотре взорванного блока (при необходимости ликвидации отказов) и оформлении документации на произведенный взрыв.

7.1. Расчет карты организации труда взрывников

Расчет карты организации труда взрывников при механизированном зарядании скважин и забойки скважин заключается в определении времени каждой технологической операции.

Время на проверку готовности зарядной машины к работе, мин:

$$T_{1м} = t_{1м}, \quad (7.1)$$

где $t_{1м}$ – норма времени на проверку готовности зарядной машины к работе, мин.

Время на движение зарядной машины от гаража до пункта погрузки ВВ, мин:

$$T_{2м} = t_{2м} L_{2-n}, \quad (7.2)$$

где $t_{2м}$ – норма времени на движение зарядной машины от гаража к пункту погрузки ВВ на расстояние 1 км, мин; L_{2-n} – расстояние от гаража до пункта ВМ, км.

Время на погрузку ВВ в одну зарядную машину, мин:

$$T_{3м} = t_{3м} Q_{зар.м} \quad (7.3)$$

и ВВ для всего блока в одну или нескольких зарядных машин, мин:

$$T_{3\text{мб}} = t_{3\text{м}} Q_{\text{бл}}, \quad (7.4)$$

где $t_{3\text{м}}$ – норма времени на погрузку 1 т ВВ в зарядную машину, мин; $Q_{\text{зар.м}}$ – грузоподъемность зарядной машины, т (см. табл. 3.1); $Q_{\text{бл}}$ – общая масса заряда ВВ во взорванном блоке, т.

Время на движение зарядной машины с пункта погрузки ВВ до взрываемого блока, мин:

$$T_{4\text{м}} = t_{4\text{м}} L_{\text{с-б}}, \quad (7.5)$$

и обратно, с блока до пункта погрузки ВВ, мин:

$$T_{4\text{мо}} = t_{4\text{м}} L_{\text{с-б}}, \quad (7.6)$$

где $t_{4\text{м}}$ – норма времени движения машины с пункта погрузки ВВ до взрываемого блока на расстояние 1 км, мин; $L_{\text{с-б}}$ – расстояние от пункта погрузки ВВ до взрываемого блока, км.

Время на выставление ограждения запретной зоны сигнальными флажками, мин:

$$T_{5\text{м}} = t_3. \quad (7.7)$$

Время на зарядание скважин всего блока взрывчатым веществом с учетом времени на открывание и замер глубины скважин, изготовление боевиков и опускание их в скважины, мин:

$$T_{6\text{м}} = T_{6\text{р}} + T_{6\text{мм}}, \quad (7.8)$$

где $T_{6\text{мм}}$ – время на механизированное зарядание всего блока ВВ, мин.

$$T_{6\text{мм}} = t_{6\text{м}} N_{\text{скв}} / N_{\text{зар.м}}, \quad (7.9)$$

где $t_{6\text{м}}$ – время на механизированное зарядание ВВ одной скважины, мин.; $N_{\text{зар.м}}$ – число зарядных машин, одновременно работающих на блоке, шт.;

$$t_{6\text{м}} = t_{6\text{зм}} Q_{\text{скв}} + t_{66\text{м}} a, \quad (7.10)$$

где $t_{66\text{м}}$ – норма времени на передвижение зарядной машины от скважины к скважине на расстояние 1 м, мин; a – расстояние

между скважинами, м; $t_{6\text{зм}}$ – время на механизированную зарядку 1 кг ВВ в скважину, мин.

$$t_{6\text{зм}} = 1 / \Pi_{\text{зар.м}}, \quad (7.11)$$

где $\Pi_{\text{зар.м}}$ – производительность зарядной машины, кг/мин.

Время на открывание и замер глубины скважин, изготовление боевиков и опускание их в скважины взрываемого блока, мин:

$$T_{6p} = t_{6p} N_{\text{скв}} / N_{\text{взр}}, \quad (7.12)$$

где t_{6p} – время на открывание и замер глубины одной скважины, изготовление боевиков и опускание их в одну скважину, мин; $N_{\text{взр}}$ – число взрывников, занятых на операции, чел.

$$t_{6p} = t_{51} + t_{52} n_{\text{бв}}. \quad (7.13)$$

Время на очистку бункера и движение зарядной машины с взорванного блока в гараж, мин:

$$T_{7\text{м}} = t_{7\text{м}} + t_{2\text{м}} L_{\text{б-г}}, \quad (7.14)$$

где $t_{7\text{м}}$ – норма времени на очистку бункера зарядной машины, мин; $L_{\text{б-г}}$ – расстояние от взорванного блока до гаража, км.

Время на сбор и погрузку тары из-под ВМ $T_{8\text{м}}$ специально не учитывается, так как объем тары при механизированном зарядании скважин не велик.

Время на проверку готовности забоечной машины к работе, мин:

$$T_{9\text{м}} = t_{9\text{м}}, \quad (7.15)$$

где $t_{9\text{м}}$ – норма времени на проверку готовности забоечной машины к работе, мин.

Время на передвижение забоечной машины от гаража до пункта погрузки забоечного материала, мин:

$$T_{10\text{м}} = t_{10\text{м}} L_{2-3}, \quad (7.16)$$

где $t_{10\text{м}}$ – норма времени на передвижение забоечной машины от гаража до пункта погрузки забоечного материала на расстояние 1 км, мин; L_{2-3} – расстояние от пункта погрузки забоечного материала до гаража, км.

Время на загрузку одной машины забоечным материалом, мин:

$$T_{11м} = t_{11м} Q_{заб.м} \quad (7.17)$$

и забойки для всех скважин взрываемого блока

$$T_{11мб} = t_{11м} Q_{заб} N_{скв}, \quad (7.18)$$

где $t_{11м}$ – норма времени на загрузку в забоечную машину 1 т забоечного материала, мин; $Q_{заб}$ – масса забойки в скважине, т; $Q_{заб.м}$ – грузоподъемность забоечной машины, т (см. табл. 3.2).

Время движения забоечной машины с пункта загрузки до взрываемого блока, мин:

$$T_{12м} = t_{4м} L_{нз-б} \quad (7.19)$$

и обратно, с блока до пункта погрузки забойки, мин:

$$T_{12мо} = t_{10м} L_{нз-б}, \quad (7.20)$$

где $L_{нз-б}$ – расстояние от пункта загрузки забоечного материала до взрываемого блока, км.

Время на замер глубины забойки всех скважин блока, мин:

$$T_{13м} = t_{54} N_{скв} / N_{взр} \quad (7.21)$$

Время на механизированную забойку одной скважины, мин:

$$t_{14м} = t_{65м} Q_{заб} + t_{66м} a \quad (7.22)$$

и всех скважин взрываемого блока, мин:

$$T_{14м} = t_{14м} N_{скв} / N_{заб.м}, \quad (7.23)$$

где $N_{заб.м}$ – число одновременно работающих на блоке забоечных машин, шт.; $t_{65м}$ – время на механизированную забойку 1 кг забоечного материала, мин.

$$T_{65м} = 1 / \Pi_{заб.м}, \quad (7.24)$$

где $\Pi_{заб.м}$ – производительность забоечной машины, кг/мин.

Время на движение забоечной машины с заряженного блока до гаража, мин:

$$T_{15м} = t_{15м} L_{б-г}, \quad (7.25)$$

где $t_{15м}$ – норма времени на движение забоечной машины с блока в гараж на расстояние 1 км, мин; $L_{б-г}$ – расстояние от взрываемого блока до гаража, км.

Время на выполнение операций по пунктам 16-23 (см. табл. 7.1) определяется соответственно, мин:

$$\begin{aligned} T_{16м} = T_6; T_{17м} = T_8; T_{18м} = T_9; T_{19м} = T_{10}; T_{20м} = T_1; \\ T_{21м} = T_{12}; T_{22м} = T_{13}; T_{23м} = T_{15}. \end{aligned} \quad (7.26)$$

7.2. Составление карты организации труда взрывников

Организация труда при механизированном зарядании скважин представляется на карте тремя отдельными, увязанными во времени, графиками работ по механизированной зарядке скважин их забойке и работ по выполнению сопутствующих операций.

По оси ординат указывается наименование и последовательность технологических операций, а по оси абсцисс – продолжительность выполнения этих операций в течение смены (табл. 7.1). График работы зарядных машин складывается из операций 1-4, 6-7; забоечных машин – из операций 9-12, 14, 15; и сопутствующих операций 5, 6, 8, 13, 16-23, выполняемых вручную.

При составлении карты организации труда взрывников рекомендуется следующая последовательность построения графиков. В начале строится график работы зарядных машин. Затем намечается время окончания забоечных работ, которое должны быть больше времени окончания зарядных работ (0,5 ч). От этого времени, в обратном порядке (в направлении к началу смены) строится график работы забоечных машин, по которому устанавливается время выезда этих машин из гаража. При этом суммарное время выполнения забоечных работ должно быть меньше аналогичного времени выполнения зарядных работ. Последним строится график ручных работ взрывников, к организации работы которого предъявляются следующие требования:

- работы по зарядке скважин (операция 6), выполняемые вручную, должны начинаться и кончаться раньше начала и конца соответствующих работ, которые производят зарядные машины;
- магистральные и секционные СИНВ, ДШ должны прокладываться после завершения машиной забоечных работ.

Конечной целью построения карты организации труда взрывников при механизированном зарядании скважин являются составление плана ведения ВР, определения оптимального коли-

чества зарядных и забоечных машин и численности бригады взрывников, а также времени выполнения взрыва.

Вывод.

Пример. Для взрывной подготовки вскрышных пород блока объемом 100 тыс. м³ требуется 57,4 т гранулированного ВВ и 32 т забойки. Для заряжения этого количества ВВ принята одна зарядная машина типа МЗ-4А грузоподъемностью 25 т, одна забоечная машина типа ЗС-2М грузоподъемностью 11 т и для выполнения сопутствующих немеханизированных работ – бригада взрывников в количестве трех человек (табл.7.1).

Пример расчета карты организации труда взрывников

Время на механизированное заряжание скважин взрывчатым веществом.

Время на проверку готовности зарядной машины к работе

$$T_{1м} = 20 \text{ мин.}$$

Время на движение машины от гаража до пункта погрузки ВВ

$$T_{2м} = 6 \text{ мин.}$$

Время на погрузку ВВ в одну зарядную машину

$$T_{3м} = 25 \text{ мин.}$$

и ВВ для всего блока

$$T_{3мб} \approx 58 \text{ мин.}$$

Время на движение машины с пункта погрузки ВВ до блока

$$T_{4м} = 10 \text{ мин}$$

и обратно, с блока до пункта погрузки ВВ

$$T_{4мо} \approx 8 \text{ мин.}$$

Время на механизированное заряжание ВВ одной скважины

$$t_{6м} \approx 2,1 \text{ мин;}$$

$$t_{63м} \approx 0,0022 \text{ мин}$$

и всех скважин взрываемого блока

$$T_{6мм} \approx 179 \text{ мин.}$$

Время на очистку бункера и движение зарядной машины в гараж

$$T_{7мм} \approx 22 \text{ мин.}$$

Время на механизированную забойку скважин.

Время на проверку готовности забоечной машины к работе

$$T_{9м} = 20 \text{ мин.}$$

Время на движение машины от гаража до пункта погрузки забоечного материала

$$T_{10м} \approx 8 \text{ мин.}$$

Время на загрузку одной машины забоечным материалом

$$T_{11м} = 11 \text{ мин}$$

и забойки для всех скважин блока

$$T_{11мб} \approx 32 \text{ мин.}$$

Время на движение машины с пункта загрузки забойкой до блока

$$T_{12м} = 12 \text{ мин}$$

и обратно, с блока до пункта погрузки забойки

$$T_{12мо} = 9 \text{ мин.}$$

Время на механизированную забойку одной скважины

$$t_{14} \approx 0,82 \text{ мин.};$$

$$t_{65.м} \approx 0,0006 \text{ мин}$$

и всех скважин взрываемого блока

$$t_{14.м} \approx 70 \text{ мин.}$$

Время на движение забоечной машины с блока в гараж

$$t_{15.м} = 12 \text{ мин.}$$

Время на выполнение сопутствующих операций при механизированном зарядании и забойке скважин

Время на ограждение запретной зоны

$$T_{5.м} = 5 \text{ мин.}$$

Время на изготовление боевиков в одной скважине

$$t_{6р} = 3,1 \text{ мин}$$

и всех скважин взрываемого блока

$$T_{6р} \approx 88 \text{ мин}$$

Время на замер глубины забойки всех скважин блока

$$T_{13.м} \approx 15 \text{ мин.}$$

Время на прокладку и монтаж магистральных и секционных СИНВ-П, ДШ

$$T_{16.м} \approx 49 \text{ мин.}$$

Время на выполнение отдельных операций по пунктам 17-23

$$T_{17.м} = 10 \text{ мин.}; T_{18.м} = 5 \text{ мин.}; T_{19.м} = 0,2 \cdot 85/3 \approx 6 \text{ мин.};$$

$$T_{20.м} = 18 \text{ мин}; \quad T_{21.м} = 15 \text{ мин}; \quad T_{22.м} = 6 \text{ мин}; \quad T_{23.м} = 6 \text{ мин}.$$

Пример составления карты организации труда взрывников

За первые два рейса зарядная машина доставляет на блок по 25 т ВВ и заряжает им по 37 скважин, третьим рейсом – соответственно 7,4 т и 11 скважин (табл. 7.1). Аналогично работает и забоечная машина. Намечается время окончания забоечных работ (5,5 ч) и от этого времени в обратном от построения графика зарядных работ порядке строится график забоечных работ. За третий рейс машина доставляет на блок 10 т забойки, а за первые два – по 11 т и выполняет забойку соответственно 27 и 58 скважин. Определяется время выезда забоечной машины из гаража (2,5 ч).

График сопутствующих работ бригады взрывников построен следующим образом. От начала смены последовательно отложены время на ограждение запретной зоны и разноска СИ по скважинам. После этого суммарное время выполнения этих операций (1,6 ч) снесено в операцию 13. Время начала прокладки магистральных и секционных СИНВ, ДШ определено на 0,1 ч позже окончания забоечных работ (5,6 ч) и от него отстроены временные интервалы операций 16-23 с учетом совмещения операций 22-23. Разность времени между операциями 6 и 16 в 4 ч взрывники будут использовать для разноски СИНВ, ДШ по блоку, сбора и погрузки тары из-под ВМ, замера глубины забойки скважин, перерыва на обед и контроля за ведением ВР зарядной и забоечной машинами.

Вывод.

Общее время выполнения взрыва – 7,4 ч. Бригада взрывников из трех человек, не считая водителей зарядных и забоечных машин, справляется с выполнением такого же объема взрывных работ, что и восемнадцать человек вручную.

Продолжение табл. 7.1

Наименование технологических операций	Объем работы операции	Число исполнителей, чел.	Продолжительность операции, мин	Продолжительность смены, ч								
				1	2	3	4	5	6	7	8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
7. Очистка бункера и движение в гараж, шт.	1	1	22		1,6			5,5				
8. Сбор тары из-под ВМ	-	-	-									
9. Проверка готовности забоечной машины, шт.	1	1	20			2,5	2,8					
10. Движение забоечной машины на пункт погрузки забойки, км	5	1	8					2,9				
11. Загрузка машины забойкой, т	32	1	32					3,1	4,0	4,9		
12. Движение машины с пункта погрузки забойки на блок и обратно, км	6	1	12 и 9					3,3	3,8	4,2	4,8	5,1
					1,6							

Контрольные вопросы

1. Назовите технологические операции при ведении ВР с механизированной зарядкой скважин.
2. Назовите последовательность составления карты «Организация труда взрывников».
3. Назовите режим труда взрывников.
4. Назовите материалы и оборудование рабочего места взрывника.
5. Перечислите основные обязанности взрывников.

Лабораторная работа № 8

Испытания промышленных взрывчатых материалов

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 о их дальнейшей пригодности к использованию, хранению или уничтожению.

8.1. Определение скорости детонации методом Дотриша

Метод основан на сравнении известной скорости детонации ДШ со скоростью детонации испытуемого заряда ВВ. Заряд помещается в металлическую трубку (рис. 8.1). На боковой поверхности трубы на расстоянии 200–350 мм одно от другого имеются два отверстия. В эти отверстия до оси заряда вставляют концы отрезков ДШ. Свободные концы отрезков ДШ крепят на пластинке-фиксаторе со стальной прокладкой так, чтобы крайние риски на пластинке точно совпадали с концами ДШ. Испытываемый заряд ВВ инициируют промежуточным детонатором в виде прессованной шашки, которую инициируют капсюлем детонато-

ром (КД) с огнепроводным шнуром или электродетонатором. Плотность ВВ должна соответствовать плотности заряжения ВВ в скважину. Точность измерения скорости детонации по методу Дотриша составляет $\pm 3\%$.

Детонация распространяется по заряду ВВ и по обеим ветвям детонирующего шнура длиной $ДШ_1$ и $ДШ_2$. В месте встречи детонационных волн $ДШ$ на пластинке образуется углубление (А).

Скорость детонации рассчитывается из условия равенства времени распространения детонационных волн по обеим ветвям детонирующего шнура с учетом детонации ВВ.

$$\frac{ДШ_1 - a + m}{V_{дш}} = \frac{S}{V_{вв}} + \frac{ДШ_2 - m}{V_{дш}}, \quad (8.1)$$

где S – длина заряда ВВ, м; m – расстояние от конца $ДШ_2$ до места встречи детонационных волн, м; a – расстояние от конца $ДШ_1$ до места встречи детонационных волн, м; $V_{дш}$ – скорость детонации $ДШ$, км/с; $V_{вв}$ – скорость детонации ВВ, км/с.

Необходимо определить скорость детонации ВВ, выбранных для скважинных зарядов (см. лабораторную работу № 1). Оценить возможность их использования для взрывных работ.

При монтаже стенда приняты значения параметров в табл. 8.1.

Вывод.

Контрольные вопросы

1. Какие характеристики определяют возможность использования ВВ в промышленных условиях.
2. Что характеризует скорость детонации ВВ.
3. Что характеризует бризантность ВВ.
4. Что характеризует работоспособность ВВ.

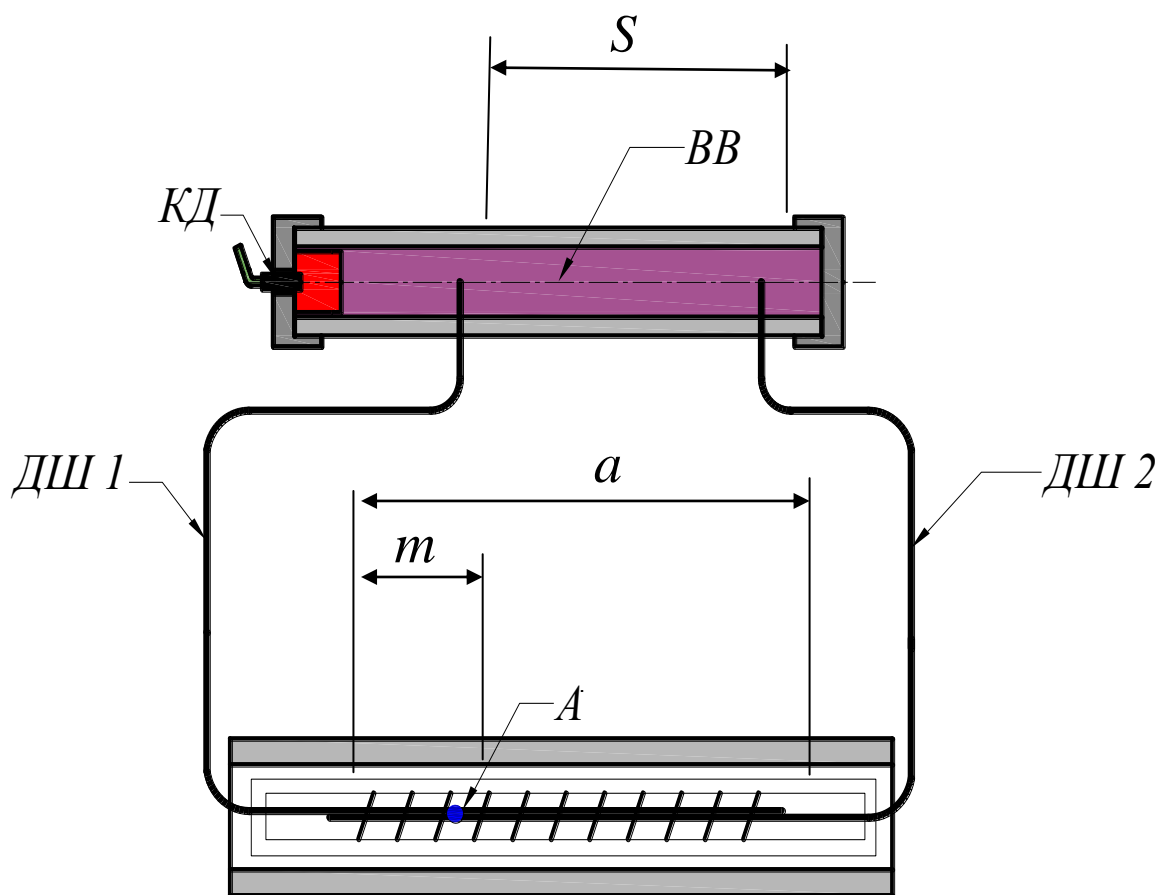


Рис.8.1. Схема стенда для определения скорости детонации

ЛИТЕРАТУРА

1. Репин, Н.Я. Подготовка горных пород к выемке: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Открытые горные работы" направления подготовки "Горное дело". – М.: Мир горной книги, 2009. – 188 с.

2. 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". – М.: Мир горной книги, 2008. – 512 с.

3. Перечень взрывчатых материалов, оборудования и приборов взрывного дела, допущенных к применению в Российской Федерации (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 сентября 2011 г. № 537).

Дополнительная

4. Катанов, И. Б. Технология и безопасность взрывных работ: учеб. пособие [электронный ресурс] для студ. спец. 130403 / ФГОУ ВПО «КузГТУ». – Кемерово, 2012. – 134 с.

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90701&type=utchposob:common>

5. 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". - М.: Горная книга, 2007. – 471 с.

6. Ташкинов, А. С. Проектирование взрывных работ на угольных разрезах: Учеб. пособие / А. С. Ташкинов, В. И. Кузнецов; Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 1995. – 86 с.

7. Катанов И. Б. Низкоплотные материалы в конструкции скважинных зарядов на карьерах / И. Б. Катанов, В. С. Федотенко. – Кемерово: Кузбасвузиздат, 2012. – 124 с.: ил. 47, табл. 9.

Нормативные документы

9. Единые правила безопасности при взрывных работах (ПБ 13-407-01). Сб. документов. Безопасность при взрывных работах. Серия 13. Выпуск 1. Кол. авт. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем в промышленной безопасности», 2012. – 264 с.

Таблица 8.1.

Показатели	Варианты																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Длина заряда S , мм	200	220	230	240	250	270	290	300	310	320	330	340	350	280	210	235	245	265	305
Расстояние t , мм	0,21	0,22	0,21	0,25	0,26	0,25	0,28	0,31	0,25	0,26	0,28	0,29	0,31	0,26	0,22	0,25	0,27	0,26	0,25
Расстояние a , мм	0,63	0,65	0,67	0,65	0,63	0,65	0,66	0,63	0,55	0,54	0,57	0,58	0,60	0,66	0,64	0,66	0,68	0,63	0,51
Отрезок $ДШ_1$, м	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,1	1,2	1,3	1,4	1,3	1,5	1,2	1,3	1,4	1,5	1,1	1,2	1,3	1,4
Отрезок $ДШ_2$, м	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,6	0,7	0,8	0,9	0,7	0,9	0,7	0,7	0,9	1,0	0,6	0,7	0,8	0,9
Скорость детонации $ДШ$ $V_{дш}$, км/с	6,1	6,0	6,2	6,5	6,3	6,5	6,7	6,0	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0	6,5	6,4	6,7	6,5	6,6	6,4

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

Кафедра открытых горных работ

**Рабочая тетрадь
к лабораторным занятиям
по дисциплине**

ТЕХНОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Выполнил студент гр. ГО-_____

Ф.И.О.

Проверил проф. И. Б. Катанов

Кемерово 20_____

Приложение 2

Классификация вскрышных пород по блочности

Сопротивляемость пород взрывному разрушению	Категория пород по блочности	Свойства пород		
		средний диаметр d_e , м	предел прочности $\sigma_{сж}$, МПа	скорость продольной волны C , м/с
Легковзрываемые	I	до 0,8	до 40	менее 1000
Средней взрываемости	II	0,81-1,2	41-60	1450
	III	1,21-1,6	61-80	1800
Трудновзрываемые	IV	1,61-2,0	81-100	2500
	V	2,1-2,4	101-120	3000
	VI	более 2,41	более 121	более 4000

Приложение 3

Технологическая характеристика станков шарошечного бурения

Модель	Предел прочности пород на сжатие, МПа	Диаметр скважины, м	Глубина бурения, м	Угол наклона скважины к горизонтали, град
СБШ-160/200-40	40–180	0,160-0,215	до 40	60, 75, 90
3СШБ-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

Рациональные значения диаметров скважин

Вместимость ковша экскаватора, м ³	Диаметр скважин, м				
	категория пород по блочности				
	I	II	III	IV	V
5	0,216–0,269		0,160–0,216		
8-10	0,244–0,269		0,216–0,244		
12-16	0, 244–0,269		0,244–0,269		
17-20	0,269–0,320		0,244–0,320		
21-25	0,269–0,320		0,269–0,320		
30	0,320–0,380		0,269–0,320		

Приложение 5

ВВ, разрешенные к применению на открытых горных работах

Условия размещения ВВ	Наименование ВВ	
	поставляются производителями ВВ	изготавливаются вблизи мест применения ВВ
Сухие скважины	Гранулит АС-4 Гранулит АС-8 Граммонит 79/21 Граммонит 82/18 Граммонит Т-5 Граммонит ТК Граммонит ТКЗ.	Акватол Т-20Г Гранулит УП Гранулит Д-5 Игданит Ифзаниты Т-20; Т-60; Т-80. Карботолы ГЛ-10В; ГЛ-15Т. .
Обводненные скважины	Алюмотол Аммонит 6ЖВ Гранулит АС-4В Гранулит АС-8В Гранулотол Граммонит 50/50 Граммонит 30/70	Ифзаниты Т-20; Т-60; Т-80 Карботолы ГЛ-10В; 15Т Порэмнты 1А Порэмнты 4А Сибириты 1000; 1200 Эмулит ПВВ-В Эмулан А-70 Эмульсолит А-20

Приложение 6

Характеристики некоторых типов промышленных ВВ на разрезах

Тип ВВ	Насыпная плотность, кг/м ³	Способ заряжания	Кислородный баланс	Переводной коэффициент	Скорость детонации, км/с	Теплота взрыва, кДж/кг	Критический диаметр, мм
Алюмотол	950	М Р	-76,2	0,83	5,5-6,0	5622	70-80
Гранулотол	950	М Р	-74	1,2	4,0-4,6	3643	60-80
Карботол Т-15	1550	М	-9,6	1,42	4,5-4,8	3450	120-150
Граммонит 79/21	850	М Р	+0,02	1,0	3,2-3,6	4285	40-60
Граммонит 50/50	900	М Р	-27,2	1,04	3,6-4,2	3678	40-50
Граммонит 30/70	900	М Р	-45,2	1,14	3,8-4,5	3511	40-60
Аммонит 6ЖВ	850	Р	-0,53	1,0	3,6-4,8	4305	10-13
Ифзанит Т-20	1300	М	-1,6	1,28	4-4,5	3176	120-150
Ифзанит Т-60	1450	М	-0,4	1,12	5-5,5	3782	100-120
Ифзанит Т-80	1500	М	0	1,08	5,2-5,5	3940	70-90
Порэммит 1А	1300	М	-0,9	1,30	4-4,7	3200	30-40
Сибирит 1000	1280	М	-3,1	1,23	3,4-3,8	3190	100-150
Сибирит 1200	1300	М	-4,8	1,20	3,6-4,3	3300	100-150
Игданит	850	М Р	+0,12	1,13	2,2-2,7	3800	100-120
Гранулит УП	900	М Р	-2,5	1,16	2,0-2,5	3385	70-100
Гранулит АС-8	950	М Р	+0,34	0,89	3-3,6	5200	70-100
Гранулит АС-4	850	М Р	+0,41	0,98	2,6-3,2	4500	60-100

Примечание. Способ заряжания: М – механизированное заряжание;
Р – ручное.

Приложение 7

Средства инициирования зарядов ВВ

Наименования изделия	Условия применения, назначение
<i>Огнепроводные шнуры</i>	
ОША	для инициирования КД в сухих условиях
ОШП	для инициирования КД в обводненных условиях
<i>Электрозажигатели огнепроводного шнура</i>	
ЭЗ-ОШ; ЭЗТ-2	для зажигания ОШ
<i>Капсюли-детонаторы</i>	
КД-8С; КД-8СМ; КД-8МА	для инициирования ДШ
<i>Электродетонаторы</i>	
ЭД-8-Э; ЭД-8-Ж; ЭД-8М	для инициирования ДШ (ПД)
<i>Электронные детонаторы</i>	
DAVEYTRONIC, I-KON; ЭДЭЗ-С	для инициирования СИНВ-С, Искра-С, ДБИ-2 или ПД
<i>Детонирующие шнуры</i>	
ДША	для инициирования ПД в сухих скважинах
ДШ-В-12; ДШН-10; ДШЭ-12	то же в обводненных скважинах
<i>Неэлектрические системы инициирования</i>	
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

<i>Реле пиротехнические</i>	
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
<i>Промежуточные детонаторы (ПД)</i>	
ГТП-500 (тротило-гексогено-вые 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
<i>Взрывные приборы, машинки</i>	
КПМ-3; ВМК-500; ПИВ-100М	Для инициирования электродетонаторов
ИВ-2АМ, УПЭ-1,5/Х.	Для инициирования СИНВ-Старт; Искра-Старт; Эдилин (ДБИ-Старт)
Система DAVEYTRONIC;	Для инициирования электронного капсуля DAVEYTRONIC, ЭДЭЗ; I-KON

Приложение 8

Основные параметры карьерных экскаваторов

Модель	Вместимость ковша $E, \text{ м}^3$	Радиус черпания $R_{\text{чп}}, \text{ м}$	Максимальная высота черпания $H_{\text{ч max}}, \text{ м}$
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 9

Расстояния, безопасные по разлету отдельных кусков пород

Линия наименьшего сопротивления $W, \text{ м}$	2	4	6	8	10	12	15
Радиус опасной зоны $r_{\text{разл}}, \text{ м}$							
- для людей	200	300	300	400	500	500	600
- для механизмов	100	150	150	200	250	250	300

Приложение 10

Значение коэффициентов (K_2), зависящих от свойств грунта
в основании охраняемого объекта

Наименование пород, находящихся в основании охраняемого объекта	K_2
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 11

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

Приложение 12

Технологические операции и их содержание
при ведении ВР с ручным заряданием скважин

Наименование операции	Содержание операции
1. Получение ВМ на складе и погрузка его на автотранспорт	Получение ВМ на складе осуществляется мастер-взрывником (взрывником) согласно наряд-путевке на производство ВР. Загрузка транспортного средства ВМ должна быть не более 2/3 его грузоподъемности (учесть при определении количества рейсов).
2. Сопровождение автомобиля со склада ВМ до блока	Автомобили, используемые для транспортирования ВМ, должны отвечать требованиям Правил перевозки опасных грузов автотранспортом, утвержденных приказом Министерства транспорта РФ от 8.08.95 № 73. Доставка ВМ со склада на блок разрешается без охраны, но обязательно под наблюдением взрывника с привлечением взрывников-стажеров или проинструктированных рабочих.
3. Ограждение запретной зоны	На расстоянии не менее 20 м от контура взрываемого блока днем выставляются красные флажки, ограждающие запретную зону, ночью – красные фонари
4. Разгрузка ВМ с автомашины и его разноска по скважинам	Разгрузка ВМ с машины производится вручную. Мешок ВВ берется руками, а при переноске его на расстояние более 5 м кладется на плечо. Укладка в штабель производится не более чем в два ряда по высоте. Мешки для удобства растаривания располагаются концами к устью скважины на минимально возможной площади для сокращения перемещений взрывника в процессе зарядания

Наименование операции	Содержание операции
<p>5. Заряжание скважин:</p> <ul style="list-style-type: none"> открывание и замер глубины скважин; 	<p>В начале устье скважины очищается от предметов, которые могут упасть в скважину при ее зарядании и забойке.</p> <p>Пробки из скважин убираются вручную, осторожно, чтобы не допустить просыпание буровой мелочи в скважину. Замер глубины скважин производится с помощью специальной мерки, изготовленной из бечевки диаметром 6–8 мм с меткам (узлам), расположенным через 1 м и имеющей на конце груз из материала, при трении и ударе не дающего искры.</p>
<ul style="list-style-type: none"> изготовление боевиков и опускание их в скважину; 	<p>Непосредственно у скважины к концу бухты ДШ привязывается ПД (боевик) и опускается в скважину на необходимую глубину. ДШ отрезается от бухты.</p> <p>Если используется СИНВ-С, то ПД (боевик) устанавливается на капсулдетонаторе. ПД опускается в скважину на необходимую глубину.</p> <p>При глубине скважин более 15 м обязательно дублирование внутрискважинной сети. Выходные из скважин концы ДШ или СИНВ-С должны быть одинаковой длины (не более 1,5 м) и располагаться перпендикулярно ряду скважин</p>
<ul style="list-style-type: none"> зарядка скважин ВВ; 	<p>Мешки с ВВ разрезаются ножом, движением руки на себя вдоль мешка и ВВ высыпается в скважину небольшими порциями, позволяющими контролировать степень измельчения ВВ.</p>

Наименование операции	Содержание операции
<ul style="list-style-type: none"> • замер длины забойки; 	См. замер глубины скважины настоящей таблицы.
<ul style="list-style-type: none"> • забойка скважин 	Забойку скважин следует производить через 15-20 мин после ее заряжания ВВ. Это время необходимо для уплотнения заряда ВВ в скважине. Забойка скважин производится буровой мелочью (штыбом) с помощью подборочных лопат. Для забойки разрешается использовать разрыхленный грунт мелких фракций в районе скважины или специально привезенный забоечный материал (песок, «хвосты» и др.)
7. Сбор и погрузка тары из под ВМ	Тара из-под ВМ собирается и грузится на автомашину. Бумажные мешки могут быть вынесены за пределы взрываемого блока для последующего их сжигания
8. Охрана опасной зоны	Посты охраны опасной зоны выставляются согласно проекту массового взрыва с учетом того, чтобы каждый пост находился в поле зрения смежных с ним постов и не было скрытых подходов к опасной зоне
9. Подача предупредительного сигнала	Предупредительный сигнал (один продолжительный) подается свистком или сиреной и все лица, не связанные с заряданием, должны покинуть опасную зону.
10. Окончательный монтаж взрывной сети	К отрезку ДШ, длиной 40-50 см подсоединить капсуль-детонатор (зажигательную трубку), а затем этот отрезок ДШ с детонатором (зажигательной трубкой), присоединить к основной магистрали ДШ

Продолжение прилож. 12

Наименование операции	Содержание операции
11. Подача боевого сигнала, взрывание и проветривание	Боевой сигнал (два продолжительных) подается с интервалом 3–5 с, после чего взрывник поджигает ОШ зажигательной трубки и удаляется в укрытие
12. Осмотр взорванного блока	Исполнитель после взрыва обходит место взрыва и осматривает его. Места возможных отказов ограждает сигнальными флажками, не взорвавшиеся остатки ВМ собирает и уничтожает. При необходимости организует ликвидацию отказов
13. Подача сигнала «отбой»	Сигнал «отбой» (три коротких) подается после осмотра блока и уничтожения не взорвавшихся ВМ
14. Сжигание бумажных мешков	Собранные мешки из-под ВВ сжигаются, наблюдение за их горением ведется до полного уничтожения
15. Оформление документов на произведенный взрыв	После взрыва исполнитель отчитывается по наряд-путевке об израсходованных ВМ и представляет ее на утверждение руководителю ВР

Приложение 13

Нормы времени на выполнение отдельных операций

одним взрывником при ручном и механизированном
заряжении скважин

Наименование операции	Обозначение	Норма времени, мин
<i>Ручное заряжание</i>		
Получение и погрузка 1 т ВМ	t_1	30,0
Движение автомобиля с ВМ на расстояние 1 км	t_2	2,0
Ограждение запретной зоны сигнальными флажками	t_3	5,0
Разгрузка 1 т ВМ с автомашины и разноска по скважинам взрываемого блока	t_4	45,0
Открытие скважины и замер ее глубины	t_{51}	1,1
Изготовление одного боевика и опускание его в скважину	t_{52}	1,0
Засыпка 1 кг ВВ в скважину	t_{53}	0,02
Замер глубины забойки	t_{54}	0,5
Засыпка 1 кг забоечного материала в скважину	t_{55}	0,02
Монтаж 1 м взрывной сети из ДШ	t_6	0,2
Сбор единицы тары	t_7	0,1
Выставление охраны опасной зоны	t_8	10,0
Подача предупредительного сигнала и вывод людей за пределы опасной зоны	t_9	5,0
Подача боевого сигнала, взрывание и проветривание	t_{11}	18,0
Осмотр взорванного блока	t_{12}	15,0
Подача сигнала «отбой»	t_{13}	6,0
Сжигание одного бумажного мешка	t_{14}	0,015
Оформление документов на произведенный взрыв	t_{15}	6,0

Продолжение прилож.13

Наименование операции	Обозначение	Норма времени, мин
<i>Механизированное зарядание</i>		
Проверка готовности зарядной машины к работе	$t_{1,м}$	20,0
Погрузка 1 т ВВ в зарядную машину	$t_{3,м}$	1,0
Движение зарядной и забойной машин с пункта погрузки к взрываемому блоку на расстояние 1 км	$t_{4,м}$	2,0
Передвижение зарядной машины от скважины к скважине на расстояние 1 м	$t_{66,м}$	0,06
Очистка бункера зарядной машины	$t_{7,м}$	10,0
Проверка готовности забоечной машины к работе	$t_{9,м}$	20,0
Движение забоечной машины от гаража к пункту загрузки на расстояние 1 км	$t_{10,м}$	1,5
Загрузка 1 т забоечного материала в забоечную машину	$t_{11,м}$	1,0
Движение забоечной и зарядной машин с заряженного блока в гараж на расстояние 1 км	$t_{15,м}$	1,5

Составитель
Игорь Борисович Катанов

ТЕХНОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Лабораторный практикум
для студентов специальности 130400.65 «Горное дело»
специализации 130403.65 «Открытые горные работы»
всех форм обучения

Рецензент проф. В. Ф. Колесников

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 07.07.2014. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 4,1.

Тираж 24 экз. Заказ _____

КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Издательский центр КузГТУ. 650000, г. Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.