

**Приложение 2 к РПД**  
**Технология и безопасность взрывных работ**  
**Специальность 21.05.04 Горное дело**  
**Специализация №2 Подземная разработка рудных месторождений**  
**Форма обучения – заочная**  
**Год набора - 2018**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ  
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.	Кафедра	Горного дела, наук о Земле и природообустройства
2.	Специальность	21.05.04 Горное дело
3.	Специализация	№2 Подземная разработка рудных месторождений
4.	Дисциплина (модуль)	Технология и безопасность взрывных работ
5.	Форма обучения	заочная
6.	Год набора	2018

**2. Перечень компетенций**

- готовность осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при эксплуатационной разведке, добыче твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций (ПК-4);

- использование нормативных документов по безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых и подземных объектов (ПК-6);

- владение методами обеспечения промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, - при проектировании и эксплуатации горных предприятий с подземным способом разработки рудных месторождений полезных ископаемых (ПСК-2.5).

### 3. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
<b>Тема 1.</b> Введение.	ПК-4, ПК-6, ПСК-2.5	Историю создания и перспективы развития взрывного дела в горнорудной промышленности	Разбираться в материале		Задание на понимание терминов
<b>Тема 2.</b> Персонал для взрывных работ.	ПК-4, ПК-6, ПСК-2.5	Порядок предоставления права руководства взрывными работами, порядок подготовки и проверки знаний персонала для взрывных работ	Разбираться в материале		
<b>Тема 3.</b> Теория взрывчатых веществ. Промышленные и эмульсионные ВВ.	ПК-4, ПК-6, ПСК-2.5	Физико-химические характеристики ВВ, классификации взрывчатых веществ по составу и способу возбуждения детонации, классификации ВВ по группам совместимости, по классам, подклассам и условиям применения	Обосновано выбирать ВМ, средства и технологию приготовления ВВ на местах их использования	Навыками безопасного обращения с ВМ, навыками решения практических задач	
<b>Тема 4.</b> Средства и способы инициирования зарядов.	ПК-4, ПК-6, ПСК-2.5	Средства и способы инициирования зарядов	Отличать способы и средства инициирования	Навыками безопасного обращения с ВМ	Решение задач
<b>Тема 5.</b> Общие правила обращения с ВМ.	ПК-4, ПК-6, ПСК-2.5	Порядок хранения, учета, транспортирования, использования, испытания и уничтожения ВМ	Разбираться в материале	Навыками безопасного обращения с ВМ	Задание на понимание терминов
<b>Тема 6.</b> Методы ведения взрывных работ.	ПК-4, ПК-6, ПСК-2.5	Методы наружных, шпуровых, скважинных, котловых, малокамерных и камерных зарядов, их характеристика, область применения, технология взрывания, достоинства и недостатки	Рассчитывать заряды ВВ при различных методах взрывания.	Навыками безопасного обращения с ВМ, навыками решения практических задач	Решение задач

<b>Тема 7.</b> Технология взрывного разрушения. Открытые горные разработки.	ПК-4, ПК-6, ПСК-2.5	Технологию взрывного разрушения на открытых горных работах	Рассчитывать параметры взрывной отбойки скважинными зарядами при взрывании на карьерах и на других горных и промышленных объектах на земной поверхности	Навыками безопасного обращения с ВМ, навыками решения практических задач	Решение задач Групповая дискуссия
<b>Тема 8.</b> Технология взрывного разрушения. Подземные горные разработки.	ПК-4, ПК-6, ПСК-2.5	Технологию взрывного разрушения на подземных горных разработках	Рассчитывать параметры буровзрывных работ при проходке подземных выработок	Навыками безопасного обращения с ВМ, навыками решения практических задач	Решение задач Групповая дискуссия
<b>Тема 9.</b> Механизация взрывных работ.	ПК-4, ПК-6, ПСК-2.5	Классификации зарядных устройств, зарядчики для шпуров и скважин, зарядно-доставочные установки, зарядное оборудование для эмульсионных ВВ	Уметь отличать зарядное оборудование	Навыками безопасного обращения с ВМ	Задание на понимание терминов
<b>Тема 10.</b> Общие требования к безопасной технологии и организации работ с ВМ.	ПК-4, ПК-6, ПСК-2.5	Правила безопасности при взрывных работах	Разбираться в материале	Навыками безопасного обращения с ВМ и правилами безопасности	Групповая дискуссия Контрольная работа

## 4. Критерии и шкалы оценивания

### 4.1 Задание на понимание терминов

Процент правильных ответов	До 50	51-70	71-90	91-100
Количество баллов за ответы	0	1	2	3

### 4.2 Решение задач

5 баллов выставляется, если студент решил все рекомендованные задачи, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

4 балла выставляется, если студент выполнил не менее 80% рекомендованных задач, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

3 балла выставляется, если студент выполнил не менее 60% рекомендованных задач, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

1 балл выставляется, если студент выполнил не менее 50% рекомендованных задач.

### 4.3 Контрольная работа

Баллы	Содержание работы
25	- содержание работы соответствует выданному заданию; - контрольное задание выполнено уверенно, логично, последовательно и грамотно; - все расчеты сделаны без ошибок; - выполненная графика соответствует стандартным требованиям; - выводы и обобщения аргументированы; - ссылки на литературу соответствуют библиографическим требованиям.
15	- основные требования к работе выполнены, но при этом допущены некоторые недочёты; - имеются неточности в стиле изложения материала; - имеются упущения в оформлении графики.
7	- работа выполнена на 50%; - имеются существенные отступления от требований к оформлению графических материалов и текста; - допущены ошибки в расчетах; - отсутствует логическая последовательность в выводах; - отсутствуют ссылки на литературные источники.
0	- обнаруживается полное непонимание сути выполняемой работы; - имеется большое количество грубейших ошибок; - отсутствуют практические навыки и теоретические знания предмета.

### 4.4 Групповая дискуссия (устные обсуждения проблемы или ситуации)

Критерии оценивания	Баллы
• обучающийся ориентируется в проблеме обсуждения, грамотно высказывает и обосновывает свои суждения, владеет профессиональной терминологией, осознанно применяет теоретические знания, материал излагает логично, грамотно, без ошибок;	2
• обучающийся принимает участие в дискуссии, обозначает свою	1

позицию, но при этом его аргументация неполная, без ссылки на соответствующие источники	
• обучающийся не принимает участия в групповой дискуссии	0

#### 4.5 Подготовка опорного конспекта

Критерии оценки опорного конспекта	Максимальное количество баллов
- подготовка материалов опорного конспекта по изучаемым темам дисциплины только в текстовой форме;	3
- подготовка материалов опорного конспекта по изучаемым темам дисциплины в текстовой форме, которая сопровождается схемами, табличной информацией, графиками, выделением основных мыслей с помощью цветов, подчеркиваний.	5

### 5. Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 5.1 Типовое задание на понимание терминов

##### 1. Процессы химического превращения

Ответ: В зависимости от типа взрывчатого вещества (ВВ), условий возбуждения (инициирования) процессы химического превращения могут протекать в различных формах с различными скоростями, отличающимися на порядок и более. К основным формам химического превращения относятся термическое разложение и горение (дозвуковые процессы), детонация (сверхзвуковой процесс).

##### 2. Термическое разложение ВВ

Ответ: Термическое разложение ВВ является гомогенным процессом, протекающим во всем объеме заряда при данной температуре. Скорость термического распада ВВ измеряется числом молей, реагирующих в единицу времени в единице объема - моль/(с·см<sup>3</sup>). Таким образом, скорость термораспада соответствует данной температуре и одинакова во всех точках объема ВВ. Основные продукты разложения – оксиды горючих элементов (СО, СО<sub>2</sub>, Н<sub>2</sub>О др.), азот, альдегиды, кислоты и т.п.

##### 3. Горение ВВ

Ответ: Горение ВВ является самораспространяющимся гетерогенным направленным процессом с выраженной зоной химической реакции, разделяющей исходное вещество и продукты горения. Как и в случае термического разложения, продуктами горения являются СО, СО<sub>2</sub>, Н<sub>2</sub>О, N<sub>2</sub>. Горение протекает за счет химических реакций между окислителем и горючими компонентами, содержащимися в составе ВВ, и определяется механизмом передачи энергии из зоны химической реакции в примыкающий к ней слой исходного вещества.

##### 4. Стационарное горение

Ответ: Стационарное горение представляет собой процесс химического превращения, распространяющийся с малыми скоростями (миллиметры в секунду) и охватывающий последовательно слои вещества. Распространение горения происходит путем теплопередачи. В случае если отвод продуктов горения затруднен, увеличивается поверхность горения или была начальная скорость горения высокой, то медленное горение может перейти в детонацию, либо во взрывное горение. При известных условиях детонация или взрывное горение могут перейти в медленное (стационарное).

##### 5. Детонация

Ответ: Детонация- это процесс химического превращения ВВ, сопровождающийся выделением теплоты и распространяющийся с постоянной скоростью, превышающей скорость звука в данном веществе. В отличие от горения детонация представляет собой комплекс мощной ударной волны и следующей за ее фронтом зоны химического превращения вещества.

## 5.2 Типовые задачи с решением

### Задача №1. Определить кислородный баланс ВВ Нитроглицерин $C_3H_5(ONO_2)_3$ .

1. По химической формуле ВВ определяем число атомов кислорода -  $d$ , углерода -  $a$  и водорода -  $b$  во взрывчатом веществе:  $d = 9$ ,  $a = 3$ ,  $b = 5$ .

2. В таблице 1 находим молекулярную массу ВВ Нитроглицерин:  $\mu = 227$ .

3. Атомная масса кислорода  $n = 16$ .

4. Полученные значения вносим в формулу:

$$K = \frac{d - (2a + b : 2)}{\mu} n \times 100\%, \quad K = \frac{9 - (2 \times 3 + 5 : 2)}{227} 16 \times 100\% = +3,5\%.$$

**Вывод:** Кислородный баланс нитроглицерина составляет +3,5. При взрыве ВВ с положительным кислородным балансом, увеличивается образование окислов азота ( $NO$ ,  $NO_2$ ).

### Задача №2. Определение безопасных расстояний при взрывных работах.

Рассчитать безопасное расстояние по разлету отдельных кусков породы при взрывании скважинных зарядов рыхления, если глубина скважины -16м, длина заряда скважины -10м, величина забойки -4м, диаметр скважины -300мм, расстояние между скважинами в ряду -8м, коэффициент крепости пород по Протоdjяконову -16, перепад высот -90м.

$$R_{разл} = r_{разл} K_p;$$

$$r_{разл} = 1250 \eta_3 \sqrt{\frac{f}{1 + \eta_{заб}} \frac{d}{a}} \quad K_p = 0,5 \left[ 1 + \sqrt{1 + \frac{4H}{r_{разл}}} \right] \quad \text{или} \quad K_p = 1 + tg \beta$$

где:  $\eta_3$  - коэффициент заполнения скважины взрывчатым веществом;

Коэффициент заполнения скважины взрывчатым веществом  $\eta_3$  равен отношению длины заряда в скважине  $l_3$ , м, к глубине пробуренной скважины  $L$ , м

$$\eta_3 = l_{зар} / L, \text{ м};$$

$\eta_{заб}$  - коэффициент заполнения скважины забойкой;

$$\eta_{заб} = l_{заб} / l_{недоz}, \text{ м}.$$

**При полном заполнении забойкой свободной от заряда верхней части скважины**

$\eta_{заб} = 1$ , при взрывании без забойки -  $\eta_{заб} = 0$ .

где:  $f$  - коэффициент крепости пород по шкале проф. М.М. Протоdjяконова;

$d$  - диаметр взрываваемой скважины, м;

$a$  - расстояние между скважинами в ряду или между рядами, м.

$\beta$  - угол наклона косогора к горизонту, градусы.

$H$  - превышение верхней отметки взрываемого участка над участком границы опасной зоны, м.

$$r_{разл} = 1250 \frac{10}{16} \sqrt{\frac{16 \cdot 0,3}{1 + \frac{4}{6}} \frac{1}{8}} = 781,25 \sqrt{0,35} = 464 \text{ м. округляем до } 500 \text{ м.}$$

$$K_p = 0,5 \left[ 1 + \sqrt{1 + \frac{4 \times 90}{500}} \right] = 1,16$$

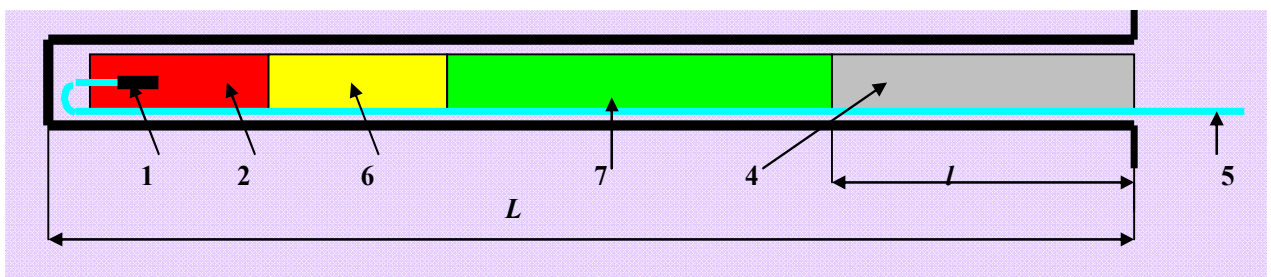
$$R_{разл} = 500 \times 1,16 = 580 \text{ м. округляем до } \underline{600 \text{ м.}}$$

### 5.3 Пример выполнения контрольной работы

Задание контрольной работы предусматривает расчет параметров БВР для заданных условий:

Горизонтальная горная выработка шириной  $A = 5,2 \text{ м}$ , высотой  $H = 3,6 \text{ м}$  и сечением  $S = 16,7 \text{ м}^2$  пройдена в горных породах крепостью по шкале проф. М.М. Протождяконова  $f = 10$ . Категория по буримости X. Глубина вспомогательных, отбойных и оконтуривающих шпуров  $L_{шп} = 3,8 \text{ м}$ . Диаметр шпура  $d = 45 \text{ мм}$ . Расстояние между оконтуривающими шпурами по подошве  $b = 0,96 \text{ м}$ . Периметр линии расположения оконтуривающих шпуров, расположен на расстоянии  $a^l = 0,2 \text{ м}$  от проектируемого контура выработки. Оконтуривающие шпуры пробурены под углом  $\alpha = 87^\circ$ . Количество холостых шпуров – 2, врубовых – 5, коэффициент использования шпура  $\eta = 0,9$ . Коэффициент, учитывающий форму поперечного сечения выработки  $\nu = 1,8$ . В качестве основного заряда ВВ применяется Гранулит - М, плотность ВВ при зарядании механизированным способом  $\Delta = 1,2 \text{ г/см}^3$ , показатель дробимости принять  $V_{\max} = 1,50 \text{ см}^3$ . В качестве патрона-боевика применяются патронированный аммонит №6 ЖВ  $d = 32 \text{ мм}$ . Длина патрона  $l_{патр} = 0,25 \text{ м}$ , вес патрона  $q_{патр} = 0,25 \text{ кг}$ . Коэффициент уплотнения патронов в шпуре  $K = 1,1$ . Коэффициент, учитывающий необходимую степень дробления  $\kappa_n = 2$ . Для зарядания всех оконтуривающих шпуров применяется ЗКВК, длина патрона  $l_{патр} = 0,35 \text{ м}$ , вес патрона  $q_{патр} = 0,2 \text{ кг}$ , диаметр патрона  $d = 0,026 \text{ м}$ . В качестве инициатора в патронах-боевиках, применены НСИ «Искра-Ш». Время замедления каждой ступени 500 мс.

1. Выбрать и начертить конструкцию применяемого шпурового заряда. (исходя из заданных условий задания.) Учесть, что при зарядке шпуров гранулированными и водоземulsionными ВВ механизированным способом, в шпур устанавливается патрон боевик и обязательно прикрывающий патрон. Выбираем конструкцию шпурового заряда с обратным иницированием заряда.



1 – капсюль; 2 и 6 – патрон аммонит №6 ЖВ; 7 – Гранулит - М; 4 – забойка; 5 – волновод НСИ;  $L$  – глубина шпура;  $l$  – величина незаряженной части шпура.

2. Расчет объема взрывааемой горной массы за один цикл (за одну заходку).

$$V_{г.м.} = S_{пр} \cdot L_{шп} \cdot \eta, \text{ м}^3 = 16,7 \times 3,8 \times 0,9 = \underline{57,11 \text{ м}^3}$$

где:  $V_{г.м.}$  – объем взрывааемой горной массы за один цикл;

$S_{пр}$  – площадь сечения выработки;

$L_{шп}$  – глубина отбойного шпура;

$\eta$  – коэффициент использования шпура (КИШ).

3. Расчет предполагаемого удельного расхода применяемого ВВ.

Наиболее распространенная эмпирическая формула для расчета удельного расхода ВВ для забоев с одной свободной поверхностью:

$$q_p = 0,4 \left\{ \sqrt{0,2f} + \frac{1}{\sqrt{S_{\text{сп}}}} \right\}^2 \times e^{-1} \kappa_{\text{н}} = 0,4 \left\{ \sqrt{0,2 \times 10} + 1 : \sqrt{16,7} \right\}^2 \times 1,13 \times 2 = \underline{2,46 \text{ кг/м}^3}.$$

где:  $f$  - крепость взрывааемых пород;

$S$  - площадь сечения выработки;

$e^{-1} = k_{\text{вв}}$  - показатель, обратный коэффициенту работоспособности, ( $e^{-1} = P_{\text{эт.}} / P_{\text{факт.}} = \kappa_{\text{вв}}$ );

$\kappa_{\text{н}} = 2$  - коэффициент, учитывающий необходимую степень дробления.

4. Расчет расстояния  $a^1$ , на котором будет располагаться периметр оконтуривающих шпуров в зависимости от их глубины и угла наклона:

$$a^1 = L \times \text{ctg} \alpha, \text{ м. } a^1 = 3,8 \times 0,052 = 0,198 \text{ м. (принимаем } \underline{0,200 \text{ м}}).$$

5. Расчет активного периметра выработки:

$$P_{\text{ап.}} = (2H + A) : 1,25 = (7,2 + 5,2) : 1,25 = \underline{9,9 \text{ м.}}$$

6. Расчет расстояния  $a$ , между оконтуривающими шпурами по кровле и стенкам выработки:

$$a = (10 \div 12) d = (0,450 \div 0,540), \text{ принимаем } \underline{0,500 \text{ м.}}$$

где:  $d$  - диаметр заряда, м.

7. Расчет расстояния  $W = a/m$  от шпуров предконтурного ряда до оконтуривающих шпуров, м;

$$W = 0,5 : 0,9 = \underline{0,55 \text{ м.}}$$

8. Расчет количества шпуров на забой.

$$N = 2,7 \sqrt{\{S - W(P_{\text{ап.}} - \nu W)\} f} + P_{\text{ап.}} : a + 1;$$

где: 2,7 - коэффициент пропорциональности;

$S$  - площадь поперечного сечения горизонтальной горной выработки,  $\text{м}^2$ ;

$W = a/m$  - расстояние от шпуров предконтурного ряда до оконтуривающих шпуров, м;

$a$  - расстояние между оконтуривающими шпурами по активному периметру, м;

$m$  - коэффициент сближения шпуров = 0,9;

$\nu$  - коэффициент формы поперечного сечения горной выработки;

$P_{\text{ап.}}$  - активный периметр линии расположения оконтуривающих шпуров, м;

$f$  - коэффициент крепости горных пород по шкале М.М.Протоdjяконова.

$$\begin{aligned} N &= 2,7 \sqrt{\{16,7 - 0,5 : 0,9(9,9 - 1,8 \times 0,5 : 0,9)\} 10} + 9,9 : 0,5 + 1 = \\ &= 2,7 \sqrt{(16,7 - 0,56 \times 8,9) \times 10} + 20,8 = 50 \text{ шпуров.} \end{aligned}$$

Или исходя из оценки сопротивляемости горной породы взрывному разрушению, по показателю дробимости:

$$N = \frac{27 \sqrt{S}}{\sqrt{2,5 + 1,5 V_{\text{max}}}}, \text{ шп.}$$

где:  $S$  - площадь сечения выработки,  $\text{м}^2$ ,

$V_{\text{max}}$  - показатель дробимости (для аммонита №6ЖВ -  $1,7 \text{ см}^3$ , для граммонитов и гранулитов -  $1,5 - 1,6 \text{ см}^3$ )

$$N = \frac{27 \sqrt{16,7}}{\sqrt{2,5 + 1,5 \times 1,5}} = \frac{110,3}{2,18} = \underline{50, \text{ шп.}}$$

9. Расчет количества оконтуривающих шпуров по подошве забоя.

$$N_{\text{кп}} = (A - 2a^1) : b + 1 = (5,2 - 0,4) : 0,96 + 1 = \underline{6 \text{ шпуров}}$$

10. Расчет количества оконтуривающих шпуров по активному периметру.

$$N_{\text{ап}} = P_{\text{ап.}} : a + 1 = 9,9 : 0,5 + 1 = 20,8 \approx 21 \text{ шпур.}$$

где:  $P_{\text{ап.}}$  - активный периметр расположения оконтуривающих шпуров, м,

$a$  - расстояние между оконтуривающими шпурами по активному периметру, м.



Учитывая, что два крайних оконтуривающих шпура по активному периметру, являются так же и оконтуривающими шпурами по подошве выработки, минусуем эти два шпура, т.е.

$$N_{\text{ап}} = 21 - 2 = \underline{19 \text{ шпуров.}}$$

11. Определить тип вруба и составить схему расположения шпуров в трех проекциях. Сначала размещают врубовые и холостые шпуры, затем размещают оконтуривающие шпуры по активному периметру начиная с центра кровли выработки равномерно в обе стороны и оконтуривающие шпуры по подошве выработки. На оставшейся поверхности размещают вспомогательные и отбойные шпуры. По составленной схеме считают точное количество шпуров. При построении схемы, число шпуров установленных расчетным путем, можно корректировать исходя из условий целесообразного их размещения на забое. Объем взрывающей породы, приходящийся на один врубовый шпур, должен быть в 3 – 4 раза меньше, чем для отбойного шпура.

После составления схемы получили: 52 шпура, в том числе:

$$N_{\text{хол.}} = 2 \text{ шп}, L = 4,0 \text{ м}; N_{\text{вруб.}} = 5 \text{ шп}, L = 4,0 \text{ м}; N_{\text{ап.}} = 17 \text{ шп}, L = 3,8 \text{ м}; N_{\text{кп.}} = 6 \text{ шп}, L = 3,8 \text{ м}; N_{\text{отб.}} = 18 \text{ шп}, L = 2,8 \text{ м}; N_{\text{вспом.}} = 4 \text{ шп}, L = 3,8 \text{ м}.$$

12. Расчет общего объема буровых работ. Сумма произведений глубины шпура, на их количество.

$$\Sigma L = L_1 N_1 + L_2 N_2 + \dots + L_n N_n, \text{ п.м.}$$

А) Глубина холостых и врубовых шпуров (7шт) по 4,0м.

$$L_{\text{вруб. хол.}} = (L_{\text{шп.}} + 0,2)7 = (3,8 + 0,2)7 = 28 \text{ п.м.}$$

Б) Глубина остальных шпуров ( $52 - 7 = 45$ шт) по  $L_{\text{шп.}} = 3,8 \text{ м}$ .  $L_{\text{ост}} = N L_{\text{шп.}} = 45 \times 3,8 = 171 \text{ п.м.}$

$$\Sigma L = 28,0 + 171 = \underline{199,0 \text{ п.м.}}$$

13. Расчет массы заряда ВВ по наименованиям на каждый тип шпуров.

Учесть, что:

1. Величина недозаряда врубовых шпуров на 20см. меньше остальных шпуров.

2. Зарядка оконтуривающих шпуров производится ЗКВК.

3. При зарядке шпуров патронированными ВВ, в том числе и ЗКВК, патроны на части не делятся.

4. При применении в шпурах патронов ЗКВК коэффициент уплотнения патронов в шпуре не применяется.

А) Расчет массы ВВ в оконтуривающих шпурах:

$$Q_{\text{оконт.}} = n_{\text{зквк}} \times N_{\text{шп.}} \times q_{\text{патр.}} \text{ кг.}$$

где:  $n_{\text{зквк}}$  – количество патронов ЗКВК в одном шпуре, шт.;

$n_{\text{шп.}}$  – количество шпуров, шт;

$q_{\text{патр.}}$  – вес одного патрона ЗКВК.

$$n_{\text{зквк}} = 2/3 L_{\text{шп.}} : l_{\text{патр. ЗКВК.}} = 2 : 3 \times 3,8 : 0,35 = 7,2 \approx \underline{7 \text{ шт.}}$$

$$Q_{\text{оконт.}} = 7 \times 23 \times 0,2 = \underline{32,2 \text{ кг.}}$$

Б) Расчет массы ВВ во врубовых шпурах.

$$Q_{\text{вруб.}} = N_{\text{шп.}} [(L_{\text{вруб.}} - l_{\text{вруб.}}) - (2l_{\text{патр. бжв.}} : K)] \pi d_{\text{зар.}}^2 \Delta : 4 : 1000, \text{ кг.}$$

где:  $l_{\text{вруб.}} = 1/3 L_{\text{вр. шп.}} - 0,2 = 1,1 \text{ м}$ . – величина недозаряда врубовых шпуров (на 20см меньше остальных);

$2l_{\text{патр. бжв.}} : K = 2 \times 0,2 : 1,1 = 0,36 \text{ м}$ . – величина, занятая двумя патронами аммонита бжв, с учетом коэффициента уплотнения.

$$Q_{\text{вруб. м.}} = 5,0 (4,0 - 1,1 - 0,36) [3,14 \times 45^2 \times 1,2 : 4 : 1000] = \underline{24,23 \text{ кг.}}$$

$$Q_{\text{вруб. бжв.}} = 5 \times 2 \times 0,2 = \underline{2,0 \text{ кг.}}$$

В) Расчет массы ВВ в остальных шпурах:

Остальных шпуров (отбойные и вспомогательные) 22шт. (п.11)

$$Q_{\text{ост.}} = N_{\text{шп.}} [(L_{\text{ост.}} - l_{\text{ост.}}) - (2l_{\text{патр. бжв.}} : K)] \pi d_{\text{зар.}}^2 \Delta : 4 : 1000, \text{ кг.}$$

$$Q_{\text{ост. м.}} = 22 [(3,8 - 1,3 - 0,36) [3,14 \times 45^2 \times 1,2 : 4 : 1000] = \underline{89,80 \text{ кг.}}$$

$$Q_{\text{ост. бжв.}} = 22 \times 2 \times 0,2 = \underline{8,8 \text{ кг.}}$$

14. Расчет общего расхода ВВ по наименованиям.

ЗКВК – на цикл – 32,2 кг

на 1 п.м. –  $Q_{\text{оконт.}} : \Sigma L = 32,2 : 199 = 0,16 \text{ кг/п.м.}$

на  $1 \text{ м}^3$  –  $Q_{\text{оконт.}} : V = 32,2 : 57,11 = 0,56 \text{ кг/м}^3$ .

Гранулит М – на цикл –  $-24,23 + 89,80 =$  114,03 кг.

на 1 п.м. –  $Q_{\text{м.}} : \Sigma L = 114,03 : 199 = 0,57 \text{ кг/п.м.}$

на  $1 \text{ м}^3$  –  $Q_{\text{м.}} : V = 114,03 : 57,11 = 2,0 \text{ кг/м}^3$ .

Аммонит 6ЖВ – на цикл –  $2,0 + 8,8 =$  10,8 кг.

на 1 п.м. –  $Q_{\text{6жв}} : \Sigma L = 10,8 : 199,0 = 0,05 \text{ кг/п.м.}$

на  $1 \text{ м}^3$  –  $Q_{\text{6жв.}} : V = 10,8 : 57,11 = 0,19 \text{ кг/м}^3$ .

(все расчеты свести в таблицу)

(наименования характеристик в таблицах не регламентируются и могут изменяться)

#### 5.4 Примерные вопросы для групповой дискуссии

1. Назовите классификационные признаки промышленных ВВ.
2. В чем заключается подготовка ВВ к их применению?
3. Какие отказы относятся к открытым? К закрытым?
4. Назовите меры безопасности при обнаружении отказов.
5. Какие взрывы называются массовыми?
6. Какие проектные документы должны быть на предприятии, осуществляющем массовые взрывы?
7. Из каких разделов состоит типовая проект?
8. Какими причинами вызваны результаты некачественных взрывов?
9. Назовите меры предупреждения и способы устранения отрицательных результатов взрыва.

#### 5.5 Вопросы к экзамену

1. Классификация способов разрушения горных пород
2. Понятия о физической сущности процесса разрушения горных пород.
3. Назначение буровых работ.
4. Классификация способов бурения шпуров и скважин.
5. Классификация взрывов.
6. Общая характеристика ВВ, Деление ВВ по физическому состоянию.
7. Общая характеристика ВВ. деление ВВ по принципу действия.
8. Схема выделения энергии при взрыве индивидуального ВВ.
9. Схемы выделения энергии при взрыве смесевых ВВ.
10. Состав смесевых ВВ.
11. Формы химического превращения ВВ (слеживаемость, горение).
12. Формы химического превращения ВВ (детонация, взрыв).
13. Понятия о детонационной волне и ее отличие от ударной волны.
14. Характеристика прошкообразных непрехохранительных ВВ заводского производства.
15. Характеристика гранулированных непрехохранительных ВВ заводского производства.
16. Простейшие гранулированные непрехохранительные ВВ местного приготовления.
17. Технология приготовления эмульсионных ВВ.
18. Характеристика взрывчатых эмульсионных взвесей.
19. Механизм действия взрыва в воздухе.
20. Механизм действия взрыва в воде.
21. Механизм действия взрыва в грунтах.
22. Механизм действия взрыва в безграничном монолитном скальном массиве.

23. Механизм действия взрыва в монолитном скальном массиве с одной поверхностью обнажения.
24. Механизм действия взрыва в скальном трещиноватом массиве. Зоны регулируемого и нерегулируемого дробления.
25. Классификация зарядов ВВ.
26. Основные элементы воронки выброса.
27. Принципы расчета зарядов дробления и выброса.
28. Влияние трещиноватости на характер дробления горных пород.
29. Регулирование степени дробления пород взрывом изменением удельного расхода ВВ.
30. Регулирование степени дробления пород изменением конструкции заряда.
31. Технология и комплексная механизация при применении гранулированных ВВ заводского производства.
32. Технология и комплексная механизация при применении эмульсионных ВВ.
33. Технология и комплексная механизация при применении гранулита-НМППМ (НМ).
34. Технология производства взрывных работ на выброс траншейными зарядами.
35. Технология производства массовых взрывов скважинными зарядами на карьерах.
36. Технология производства взрывов на сброс.
37. Расчет удельного расхода ВВ.
38. Расчет диаметра скважины.
39. Расчет сопротивления по подошве.
40. Расчет сетки скважин (расстояния между зарядами и рядами).
41. Расчет объемов породы, отбиваемой одиночным скважинным зарядом первого и последующих рядов.
42. Расчет линейных элементов заряда.
43. Расчет масс скважинных зарядов.
44. Основные схемы взрывания и области их применения.
45. Зависимость формы развала от схемы взрывания.
46. Расчет длины развала.
47. Расчет радиуса опасной зоны по разлету кусков породы.
48. Расчет радиуса опасной зоны по действию ударной воздушной волны.
49. Расчет радиуса опасной зоны по действию сейсмической волны.
50. Расчет радиуса опасной зоны по действию газов взрыва.
51. Руководство взрывными работами.
52. Обучение взрывников и присвоение квалификаций. Проверка знаний взрывников.
53. Порядок перевода взрывников на новый вид взрывных работ и допуск взрывников к самостоятельному выполнению взрывных работ после перерыва в работе.
54. Назначение заведующих складами ВМ и механизированными пунктами.
55. Назначение раздатчиков и лаборантов складов ВМ.
56. Перевозка ВМ и доставка их к местам работ.
57. Хранение ВМ на местах производства взрывных работ.
58. Типовые проекты массовых взрывов и проекты производства буровзрывных работ, их область применения, содержание порядок утверждения.
59. Паспорт буровзрывных работ, область применения, содержание, порядок утверждения.
60. Схема взрывных работ, область применения, содержание, порядок утверждения.
61. Охрана опасной зоны.
62. Запретная зона, порядок установления.
63. Подача звуковых сигналов при взрывных работах и их назначение.
64. Допуск людей на рабочем месте после окончания взрывных работ.

**6.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
**21.05.04 Горное дело**  
**Специализация №2Подземная разработка рудных месторождений**  
(код, направление, профиль)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

Шифр дисциплины по РУП		Б1.Б.40.6					
Дисциплина		Технология и безопасность взрывных работ					
Курс	5	семестр	9, 10				
Кафедра		горного дела, наук о Земле и природообустройства					
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность		Наговицын Олег Владимирович, доцент кафедры горного дела, наук о Земле и природообустройства т					
Общ. трудоемкость, час/ЗЕТ		180/5	Кол-во семестров	2	Форма контроля	Экзамен9/9	
ЛК <sub>общ./тек. сем.</sub>	4/4	ПР/СМ <sub>общ./тек. сем.</sub>	12/12	ЛБ <sub>общ./тек. сем.</sub>	-/-	СРС <sub>общ./тек. сем.</sub>	155/155

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- готовность осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при эксплуатационной разведке, добыче твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций (ПК-4);
- использование нормативных документов по безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых и подземных объектов (ПК-6);
- владение методами обеспечения промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, - при проектировании и эксплуатации горных предприятий с подземным способом разработки рудных месторождений полезных ископаемых (ПСК-2.5).

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
<i>Вводный блок</i>				
Не предусмотрен				
<i>Основной блок</i>				
ПК-4, ПК-6 ПСК-2.5	Задание на понимание терминов	3	9	В течение сессии
ПК-4, ПК-6 ПСК-2.5	Решение задач	4	20	В течение сессии
ПК-4, ПК-6 ПСК-2.5	Групповая дискуссия	3	6	В течение сессии
ПК-4, ПК-6 ПСК-2.5	Контрольная работа	1	25	За 2 недели до сессии
<b>Всего:</b>			<b>60</b>	
<b>Экзамен</b>		Вопрос 1	20	По расписанию
		Вопрос 2	20	
<b>Всего:</b>			<b>40</b>	
<b>Итого:</b>			<b>100</b>	
<i>Дополнительный блок</i>				
ПК-4, ПК-6 ПСК-2.5	Подготовка опорного конспекта		5	По согласованию с преподавателем
<b>Всего:</b>			<b>5</b>	

Шкала оценивая в рамках бально-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов.