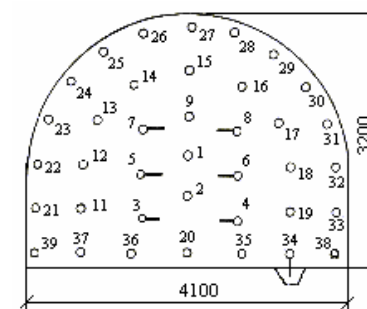


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
**ДОНЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

К РАСЧЕТАМ ПАРАМЕТРОВ И СОСТАВЛЕНИЮ  
ПАСПОРТОВ БВР ПРИ СООРУЖЕНИИ  
ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК



ДОНЕЦК - 2000

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ДОНЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**К РАСЧЕТАМ ПАРАМЕТРОВ И СОСТАВЛЕНИЮ  
ПАСПОРТОВ БВР ПРИ СООРУЖЕНИИ  
ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК  
(для студентов специальностей 7.090303,  
7.090301.02, 7.090301.05, 7.090301.06, 7.070801.06)**

У т в е р ж д е н о  
На заседании методкомиссии  
специальности 7.090303  
Протокол №\_\_ от \_\_.\_\_.2000.

ДОНЕЦК - 2000

УДК 622.235

Методические указания к расчетам параметров и составлению паспортов БВР при сооружении подземных горных выработок (для студентов специальностей 7.090303, 7.090301.02, 7.090301.05, 7.090301.06, 7.070801.06) /Сост.: Н.Р. Шевцов, С.В. Борщевский, В.Ф. Формос, К.Н. Лабинский. – Донецк: 2000 – 31 с.

Дана методика расчетов, приведены расчетные формулы, образцы паспортов БВР, справочные материалы, контрольные вопросы, список рекомендуемой литературы.

Настоящие методические указания к расчетам параметров и составлению паспортов БВР при сооружении подземных горных выработок, вводятся в действие взамен методических указаний к расчетам параметров и составлению паспортов БВР при сооружении подземных горных выработок (для студентов специальностей 09.01, 09.02, 09.04, 17.01, 31,03)/Сост.:А.Г. Гудзь, Ю.И. Миндюков, С.В. Борщевский. – Донецк: ДПИ, 1993. – 43 с.

Составители:	Шевцов Н.Р., проф., д.т.н., Формос В.Ф., доц., к.т.н., Борщевский С.В., ст. преп., Лабинский К.Н., ассист.
Рецензент	Подкопаев С.В., доц., к.т.н.
Ответственный за выпуск	Шевцов Н.Р., проф., д.т.н.

## ВВЕДЕНИЕ

Расчеты параметров и составление паспортов буровзрывных работ (БВР) выполняются студентами специальностей 7.090303, 7.090301.02, 7.090301.05, 7.090301.06 и 7.070801.06 при изучении дисциплины "Разрушение горных пород взрывом", а также при выполнении курсовых и дипломных проектов. В зависимости от программ дисциплины расчеты могут выполняться полностью или в ограниченном объеме с использованием микрокалькуляторов или персональных ЭВМ.

При вычислениях с помощью ЭВМ сначала формулируется задача расчета, приводятся исходные данные, прилагается распечатка и расшифровываются полученные результаты. Если расчет ведется с помощью микрокалькуляторов, то формулируется задача расчета, текстом указывается, что вычисляется, выписывается формула, рассматриваются входящие в нее величины, выписываются исходные и принятые величины, подставляются их значения в формулу в принятой последовательности, выполняется расчет и записывается ответ.

Все формулы даны в единицах СИ.

### 1 ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К БВР ПРИ СООРУЖЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Для того чтобы буровзрывные работы считались выполненными на достаточном уровне, результаты взрыва должны удовлетворять таким требованиям:

1. Следует обеспечить высокую безопасность работ, чтобы исключить травмирование рабочих при сохранности горнопроходческого оборудования и крепи горной выработки.
2. Необходимо правильно оконтуривать горные выработки. Полученное после взрыва поперечное сечение ( $S_{\text{прох}}$ ) должно соответствовать проектному ( $S_{\text{дк}}$ ) или быть близким к нему. Критерием этого требования является коэффициент излишка сечения (КИС). В соответствии со СНиПом допустимые в процентах увеличения поперечного сечения ( $\text{КИС}-1$ )\*100% приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Допустимые переборы породы

$S_{\text{вч}}, \text{ м}^2$	Допустимые в % увеличения при f		
	1-1,5	2-9	10-20
До 8	5	10	12
8-15	4	8	10
Более 15	3	5	7

3. Забой выработки после взрыва должен иметь минимум неровностей, так как они отрицательно сказываются на безопасности работ и производительности гряда проходчиков.
4. Фактический коэффициент использования шпуров ( $\eta = l_{зax} / l_{и}$ ) должен быть не менее 0,8 для забоев с одной открытой поверхностью (при проведении горной выработки в однородных породах одним забоем) и не менее 0,9 для забоев с двумя открытыми поверхностями.
5. Необходимо, чтобы дробление взрывом породы было равномерным. Степень дробления должна соответствовать возможности погрузочной машины (по технической характеристике).
6. Естественная прочность пород в законтурном массиве горной выработки должна сохраниться, а если уменьшиться, то незначительно.

#### **Контрольные вопросы**

1. Назовите возможные причины травмирования рабочих и повреждения горнопроходческого оборудования и крепи в результате ведения взрывных работ при проведении горной выработки.
2. При каких нарушениях технологии выполнения БВР фактическое поперечное сечение выработки превышает проектное?
3. Какое влияние оказывает увеличение значения коэффициента излишка сечения на технико-экономические показатели проведения горной выработки?
4. Почему будут снижаться производительности труда проходчиков и безопасность их труда в случае получения после взрыва неровного забоя горной выработки?
5. Какие возможны причины получения после взрыва забоя выработки со значительными неровностями?
6. Как влияет коэффициент использования шпуров на технико-экономические показатели проведения горной выработки?
7. Каким образом производят дробление негабарита при проведении горной выработки, забой которой опасен по газу или пыли?
8. Каким образом можно установить глубину разрушения законтурного массива горной выработки?
9. Какое влияние оказывает трещиноватость пород законтурного массива, вызванная ведением взрывных работ, на устойчивость горной выработки?

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ПАСПОРТА БВР

Паспорт БВР (форма ш,12.2) представляет собой инструктивную карту, регламентирующую порядок производства взрывных работ шпуровым методом. Выполняется паспорт на типографском бланке (разворот бумаги формата 297x210 мм).

На титульной части указываются название производственного объединения (шахтостроительного треста или комбината), шахты (ШСУ), участка, наименование горной выработки и основные требования правил безопасности при ведении взрывных работ. В правом верхнем углу титульного листа ставится подпись и дата утверждения паспорта БВР главным инженером шахты (ШСУ).

На внутренней левой стороне разворота размещаются:

1. Таблица показателей БВР, в которой приводятся следующие данные:
  - характеристика и условия проведения горной выработки (опасность шахты по газу и пыли, опасность выработки по газу и пыли,  $S_{вч}$ , коэффициент крепости пород (угля) по шкале М.М. Протоdjeяконова);
  - тип и расход на цикл применяемых ВВ и средств инициирования, внутренней забойки шпуров;
  - параметры БВР ( $I_{зах}$ ,  $N_{ш}$ , КИШ);
  - время зарядания шпуров и проветривание забоя выработки после взрыва.
2. Таблица данных о шпурах, в которой приводится характеристика каждого шпура (длина, глубина, углы наклона к поверхности забоя выработки в горизонтальной и вертикальной проекциях, величина заряда, длина забойки, очередность взрывания, тип электродетонатора).
3. Таблица параметров водораспылительных завес, если для данных условий они необходимы (расход воды в завесе, количество и вместимость сосудов, тип и расход ВВ и средств инициирования в сосудах).
4. Схема проветривания забоя горной выработки с указанием постов оцепления и мест укрытия людей при взрывных работах.

На внутренней правой стороне разворота размещаются:

- Схема расположения шпуров в трех проекциях в масштабе 1:25 или 1:50 с необходимыми для разметки шпуров размерами.
- Дополнительные требования по безопасному ведению взрывных работ, не предусмотренные ЕПБ.
- Сведения о результатах опытных взрываний (количество, дата выполнения, эффективность выполнения) с подписями лиц надзора, участвовавших в организации опытных взрываний.
- Подписи лиц, участвовавших в составлении (начальник участка, на котором ведутся взрывные работы, или его заместитель) и согласовании

(начальники участков ВТБ и БВР или их заместители) паспорта БВР.

На обратной стороне разворота размещается ведомость ознакомления с паспортом БВР лиц, участвующих в его реализации (Ф.И.О., должность, рабочий номер, дата ознакомления, роспись).

Паспорт БВР для забоя квершлага приведен в приложении А.

### **Контрольные вопросы**

1. Каков порядок составления и утверждения паспорта БВР?
2. Опишите порядок ознакомления с паспортом БВР лиц, участвующих в его реализации.
3. Назовите основные параметры паспорта БВР.
4. В каком виде в паспорте БВР представлена характеристика каждого шпура?
5. В каком случае не приводится в паспорте БВР характеристика параметров водораспылительных завес?
6. Назовите место укрытия взрывника и рабочих при ведении взрывных работ в забое горизонтальной горной выработки.
7. В каком случае по результатам опытного взрывания главный инженер может не утвердить паспорт БВР?

## **3 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ БВР ПРИ СООРУЖЕНИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И НАКЛОННЫХ ВЫРАБОТОК В ОДНОРОДНЫХ ПОРОДАХ**

### **3.1 Порядок расчета**

#### **3.1.1 Выбор ВВ, способа взрывания и средств инициирования зарядов**

С учетом горно-геологических условий (опасность шахты по газу и пыли, коэффициент крепости пород по шкале М.М. Протодяконова  $f$ ) принимают тип ВВ (таблица 1 приложения В), способ взрывания и средства инициирования зарядов (электродетонаторы см. в таблице 2 приложения В).

#### **3.1.2 Установление длины заходки $l_{\text{зах}}$ , планируемого коэффициента использования шпуров $\eta$ , определение глубины шпуров $l_{\text{ш}}$ .**

Длину заходки и глубину шпуров устанавливают такими, чтобы затраты на БВР были минимальными. В зависимости от  $S_{\text{вч}}$  и  $f$  величину  $l_{\text{зах}}$  можно принять по таблице 3 приложения В. Принятая величина  $l_{\text{зах}}$  должна

обеспечивать получение месячной скорости проведения выработки (если скорость задается), в этом случае:

$$l_{зах} = \frac{V_{мес} * T_{ц}}{n_{дн} * T_{сут}},$$

где  $V_{мес}$  – месячная скорость проведения выработки, м/мес;

$T_{ц}$  – продолжительность проходческого цикла при проведении выработки буровзрывным способом; как правило принимается кратной продолжительности смены (6 ч);

$n_{дн}$  – количество рабочих дней для проходческой бригады в месяц (25 дн);

$T_{сут}$  – количество часов работы проходческой бригады в сутках по проходке горной выработки, как правило, при буровзрывной технологии принимают  $T_{сут} = 24$  ч.

Принятая глубина шпуров должна обеспечиваться возможностями бурового оборудования, этот момент нужно учитывать при использовании для бурения шпуров буровых установок, у которых ограничен шаг подачи бурового агрегата.

Принятая величина  $l_{зах}$  должна быть кратной (по возможности) шагу крепи.

Значения коэффициента использования шпуров  $\eta$  принимаются в зависимости от коэффициента крепости породы и площади поперечного сечения выработки. В забоях с одной открытой поверхностью обычно принимают  $\eta = 0,8 - 0,85$ .

Глубину шпуров, кроме врубовых, определяют по формуле:

$$l_{ш} = \frac{l_{зах}}{\eta}.$$

Глубину врубовых шпуров принимают в зависимости от крепости породы на 0,1-0,3 м больше.

### 3.1.3 Определение удельного расхода ВВ $q$ – количества ВВ в кг на 1 м<sup>3</sup> взрываеваемой породы

Удельный расход ВВ определяют по формулам М.М. Протодяконова, Н.М. Покровского или принимают по справочнику (таблица 4 приложения В).

По формуле М.М. Протодяконова для забоя с одной открытой поверхностью:



$$q = 0,4 \left( \sqrt{0,2 * f} + \frac{1}{\sqrt{S_{вч}}} \right)^2 * k * e^{-1},$$

- где  $f$  – коэффициент крепости по шкале М.М. Протодяконова;  
 $S_{вч}$  – площадь поперечного сечения выработки вчерне, м<sup>2</sup>;  
 $k$  – коэффициент увеличения расхода ВВ при машинной погрузке для лучшего дробления породы, при расчетах принимают  $k=1,2$ , если погрузочная машина с нижним захватом породы (ковшесвая), и  $k=1,3$ , если погрузочная машина с боковым захватом породы (с нагребующими лапами);  
 $e$  – коэффициент работоспособности ВВ,

$$e = \frac{P_x}{P_{эп}};$$

$P_x$  – работоспособность принятого ВВ, см<sup>3</sup>, величину  $P_x$  принимают по таблице 1 приложения 2;

$P_{эп}$  – 525 см<sup>3</sup> (работоспособность 93% динамита).

По формуле Н.М. Покровского:

$$q = q_1 * s_1 * V_1 * e_1,$$

где  $q_1$  – удельный расход ВВ при нормальном заряде выброса, (кг ВВ)/(м<sup>3</sup> породы), определяют по формуле:  $q_1=0,1 * f$ ;

$f$  – коэффициент крепости породы, вычисляют по шкале М.М. Протодяконова;

$s_1$  – коэффициент, учитывающий текстуру взрываеваемой породы, при расчетах принимают:  $s_1=2$  для упругих вязких пород,  $s_1=1,4$  для пород с мелкой трещиноватостью и для углей,  $s_1=1,3$  для пород со сланцевым залеганием, перпендикулярным направлению шпуров;

$V_1$  – коэффициент, учитывающий зажим породы, при одной открытой поверхности принимают:

$$V_1 = \frac{3 * l_{ш}}{\sqrt{S_{вч}}};$$

$$e_1 = \frac{P_{эп}}{P_x};$$

$P_{эп}$  = 380 см<sup>3</sup> (работоспособность 62% труднозамерзающего динамита);

$P_x$  – работоспособность принятого ВВ, см<sup>3</sup>.

Окончательно удельный расход принимают как среднearифметическое значение величин, определенных по формулам М.М Протодяконова, Н.М. Покровского и по табличным данным.

### 3.1.4 Определение объема взрывааемой породы за заходку, м<sup>3</sup>

$$V_{\text{зах}} = l_{\text{зах}} * S_{\text{вч}}.$$

### 3.1.5 Определение расчетного расхода ВВ на заходку, кг

$$Q_{\text{расч}} = q * V_{\text{зах}}.$$

### 3.1.6 Определение количества шпуров на заходку

$$N = \frac{1,27 * q * S_{\text{вч}} * \eta}{\Delta_n * d_n^2 * \kappa_{\text{зап}}},$$

где  $\Delta_n$  – плотность патронирования принятого ВВ, принимается по таблице 1 приложения 2;

$d_n$  – диаметр патрона ВВ, м, принимается по таблице 1 приложения 2;

$\kappa_{\text{зап}}$  – средневзвешенный для забоя коэффициент заполнения шпуров,

$$\kappa_{\text{зап}} = \frac{l_{\text{зар}}}{l},$$

$l_{\text{зар}}$  – длина заряда, м;

$l$  – длина шпура, м;

При расчетах значение  $\kappa_{\text{зап}}$  принимают равным:

0,4 для пород с  $f < 5$ ;

0,45 для пород с  $f = 5-8$ ;

0,5-0,6 для пород с  $f > 8$ .

### 3.1.7 Определение массы шпурового заряда

$$q_{\text{ш}} = \frac{Q_{\text{расч}}}{N}.$$

Полученную величину округляют таким образом, чтобы принятая величина  $q_{\text{ш}}$  была бы кратной массе одного патрона (таблица 1 приложения В). Если принятая масса шпурового заряда отличается от расчетной более чем на 5%, следует скорректировать количество шпуров, сохранив расчетный расход ВВ на заходку, т.е.:

$$N_{\text{ит}} = \frac{Q_{\text{расч}}}{q_{\text{ш(принятая)}}}.$$

### 3.1.8 Определение длины забойки

$$l_{заб} = l - l_{зар} = l - l_n * n_n,$$

где  $l$  – длина шпура, м;

$l_n$  – длина патрона, м;

$n_n$  – количество патронов, формирующее заряд шпура.

Для шахт, опасных по газу и пыли, величина  $l_{заб}$  должна быть не менее 0,5 м при длине шпура более 1 м и 0,5\*1 при длине шпура от 0,6 до 1 м.

### 3.1.9 Выбор вруба, установление его параметров ( $l_{вр}$ , $\alpha_{вр}$ , $a_{вр}$ , $q_{ш\ вр}$ )

Назначение врубовых шпуров – создание дополнительной (второй) открытой поверхности с целью облегчения условий «работы» вспомогательных шпуров. При выборе типа вруба необходимо учитывать крепость взрываеваемой породы, размеры поперечного сечения выработки, условия залегания горных пород. Рекомендации по выбору типов врубов для конкретных горно-технических условий приведены в приложении 3.

### 3.2 Порядок составления схемы расположения шпуров

Схема расположения шпуров выполняется в трех проекциях в масштабе 1:25 или 1:50 с указанием всех необходимых размеров, необходимых бурильщику при разметке шпуров на груди забоя горной выработки.

Как правило, на главном виде показывают только размеры поперечного сечения выработки.

На проекции "в плане" проставляют размеры между отдельными группами шпуров по обе стороны продольной оси выработки (расстояние между врубовыми шпурами, между врубовыми и вспомогательными, между вспомогательными и предконтурными, между предконтурными шпурами и контуром выработки). Устья оконтуривающихся шпуров должны отступать от контура выработки не более чем на 0,2 м.

На боковой проекции проставляются размеры между: уровнем почвы выработки и нижним рядом врубовых шпуров; рядами врубовых шпуров по вертикали; верхним рядом врубовых шпуров и вспомогательными шпурами; вспомогательными и предконтурными шпурами и контуром выработки (верхней точкой поперечного сечения).

По площади поперечного сечения выработки на предполагаемой плоскости отрыва породы (на глубине  $l_{зак}$ ) все шпуры (кроме врубовых) должны располагаться равномерно. Ниже приведен примерный порядок необходимых расчетов, выполняемых при составлении схемы расположения шпуров для выработки арочной формы поперечного сечения.

**3.2.1 Определение площади поперечного сечения выработки, приходящейся на 1 шпур, кроме врубовых, м<sup>2</sup>**

$$s' = \frac{S_{вч} - S_{вр}}{N - N_{вр}},$$

где  $S_{вч}$  – площадь поперечного сечения выработки вчерне, м<sup>2</sup>;  
 $S_{вр}$  – площадь поперечного сечения на предполагаемой плоскости отрыва породы, образованной взрывом врубовых шпуров, м<sup>2</sup>;  
 $N$  – общее количество шпуров на заходку;  
 $N_{вр}$  – количество врубовых шпуров.

**3.2.2 Определение среднего расстояния между шпурами, кроме врубовых, м**

$$a_{cp} = \sqrt{\frac{4s'}{\pi}}.$$

**3.2.3 определение количества шпуров по почве выработки**

$$N_n = \frac{l_1}{a_{cp}} + 1,$$

где  $l_1$  – ширина выработки вчерне по почве, м.

**3.2.4 Определение количества шпуров по контуру выработки**

$$N_k = \frac{P_k}{a_{cp}} - 1,$$

где  $P_k$  – длина контура поперечного сечения выработки (без почвы), м,

$$P_k = \pi * R_k + 2(h - R_k),$$

$R_k$  – радиус кривизны арки вчерне, м;  
 $h$  – высота выработки вчерне, м.

**3.2.5 Определение количества шпуров в предконтурном ряду**

$$N_{нк} = \frac{P_{нк}}{a_{cp}} - 1,$$

где  $P_{нк}$  – длина линии, по которой располагают шпуров предконтурного ряда, м,

$$P_{нк} = \pi(R_k - a_{cp}) + 2(h - R_k).$$

### 3.2.6 Определение количества вспомогательных шпуров

$$N_{всп} = N - (N_{вп} + N_n + N_k + N_{нк}).$$

Вспомогательные шпуров располагают в 1 или 2 ряда равномерно, ориентируясь на величину  $a_{cp}$ , по площади поперечного сечения выработки для их «работы», предназначенной для увеличения полости, образованной в результате взрыва зарядов во врубовых шпуров.

При трапециевидной форме поперечного сечения выработки вместо п. 3.2.4 и 3.2.5 определяют количество шпуров по кровле выработки и в боках выработки соответственно для оконтуривающего и предконтурного рядов шпуров:

$$N_{кр} = \frac{l_2}{a_{cp}} + 1,$$
$$N_{б} = 2 \left( \frac{h}{a_{cp}} - 1 \right),$$

где  $l_2$  – ширина выработки в черне по кровле, м.

К схеме расположения шпуров обязательно прилагается таблица данных о шпуров, составляемая на основании результатов произведенных расчетов. Содержание таблицы приведено в приложении А.

## 3.3 Расчет паспорта БВР с использованием ПЭВМ

Для расчета паспорта буровзрывных работ при проведении стволов разработана специальная программа на IBM-совместимой ЭВМ «stvolbvr.exe» на машинном языке «Паскаль», позволяющая студенту работать с вычислительной машиной в диалоговом режиме. Программа имеет удобный интерфейс, что делает возможным работу с программой, не требуя особых знаний в области компьютерной техники и программирования.

Входные данные:

- крепость породы;
- диаметр ствола в свету, м;

- величина заходки, м;
- плотность патронирования ВВ;
- работоспособность ВВ;
- диаметр патрона, мм;
- тип вруба (1 – прямой, 2 – воронкообразный).

Выходными данными программы являются:

- схема расположения шпуров в двух проекциях;
- количество шпуров;
- количество окружностей, по которым располагаются шпуры;
- количество шпуров в окружностях;
- масса ВВ на заходку;
- удельный расход ВВ;
- длина заряда;
- длина забойки.

Программа составлена преподавателями кафедры «Строительство шахт и подземных сооружений» и находится в компьютерной лаборатории 9.415.

### **Контрольные вопросы**

1. Почему с увеличением крепости породы необходимо применять ВВ с большей работоспособностью?
2. Почему электродетонаторы замедленного действия нельзя применять в шахтах, опасных по газу и пыли?
3. Почему глубину врубовых шпуров принимают на 0,1-0,3 м больше остальных?
4. Что такое удельный расход ВВ?
5. Почему с увеличением площади поперечного сечения выработки уменьшается удельный расход ВВ?
6. Почему с увеличением глубины шпуров увеличивается зажим породы?
7. Почему с уменьшением крепости породы уменьшается коэффициент заполнения шпура?
8. В каком случае масса шпурового заряда принимается отличной от расчетной и почему так делается?
9. Чем объясняется установление минимально допустимой величины забойки шпура на шахте, опасной по газу?

10. Чем объясняется установление минимально допустимых расстояний между зарядами шпуров при ведении взрывных работ в выработках, опасных по газу и пыли?

#### 4 ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ БВР ПРИ СООРУЖЕНИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ ШАХТ

При выборе ВВ следует иметь в виду, что ЕПБ допускают при сооружении стволов в обводненных породах применять непридохранные ВМ даже в случаях пересечения стволом пластов угля, опасных по газу или пыли. Как правило, при сооружении стволов в качестве ВВ применяют скальный аммонит №1, прессованный в патронах диаметром 45 мм. В качестве средств инициирования применяют электродетонаторы мгновенного и замедленного действия.

Длину заходки применяют, исходя из требуемой месячной скорости и принятой технологической схемы сооружения ствола. При применении стволопроходческих комплексов длину заходки обычно принимают равной высоте передвижной опалубки (как правило,  $l_{\text{зах}}=4$  м). Учитывая значительные площади поперечного сечения стволов, коэффициент использования шпуров при расчете принимают  $\eta=0,9$ .

Удельный расход ВВ определяют по формуле Н.М. Покровского или принимают по справочнику.

Расчет количества шпуров и массы шпуровых зарядов выполняется аналогично расчету для горизонтальной выработки, проводимой в однородных породах.

В качестве вруба обычно применяют прямые цилиндрические врубы (6-10 шпуров, образующих цилиндр в зависимости от крепости породы) с центральным шпуром по вертикальной оси выработки.

При круглой форме поперечного сечения ствола шпуров располагают по концентрическим окружностям. Их количество определяют по формуле:

$$n = \frac{D_{\text{вч}} - 2l_1}{2a},$$

где  $D_{\text{вч}}$  – диаметр ствола в черне, м;

$l_1$  – расстояние от проектного контура ствола до окружности, по которой располагаются оконтуривающие шпуров, принимается  $l_1=0,2-0,3$  м в зависимости от крепости пород;

$a$  – расстояние между шпурами, м, определяется по формуле:

$$a = \sqrt{\frac{S_{вч}}{N}},$$

$S_{вч}$  – площадь поперечного сечения ствола вчерне, м<sup>2</sup>;

$N$  – общее количество шпуров.

Диаметры окружностей, по которым располагаются шпуров, определяют по формулам:

$$D_1 = D_{вч} - 2l_1,$$

$$D_n = D_{n-1} - 2a_1,$$

Где  $D_1$  – диаметр окружности оконтуривающих шпуров, м;

$D_n$  – диаметр любой окружности, кроме окружности оконтуривающих шпуров, м;

$D_{n-1}$  – диаметр предыдущей окружности, м, при определении диаметра окружности предконтурного ряда  $D_{n-1} = D_{вч}$ .

Количество шпуров в каждой окружности (кроме окружности, по которой располагаются врубовые шпуров) определяют по формуле:

$$N_n = \frac{P_n}{a},$$

где  $P_n$  – периметр соответствующей окружности, м.

Суммарное количество шпуров по окружности должно быть равным общему количеству шпуров, определенному ранее ( $\pm 3$  шпура).

При круглой форме поперечного сечения ствола схема расположения шпуров выполняется в двух проекциях. На схеме указываются основные размеры.

### Контрольные вопросы

1. В каких условиях при пересечении стволам и пластов, опасных по газу и пыли, можно применять непродохрнительные ВМ?



2. В каких случаях при сооружении стволов принимают  $l_{\text{зах}}=4$  м?
3. Объяснить принцип расположения шпуров в забое ствола круглой формы поперечного сечения.
4. Изложите порядок распределения общего количества шпуров в забое ствола круглой формы поперечного сечения.

## 5 ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ БВР ПРИ СООРУЖЕНИИ ПЛАСТОВЫХ ВЫРАБОТОК

При выборе ВВ для шахт, опасных по газу и пыли, следует иметь в виду, что ЕПБ запрещают применять в одном забое два типа ВВ. Поэтому в угольном и породном забое принимают ВВ, которые ЕПБ разрешает применять для данных условий в угольном забое.

Длину заходки принимают одинаковой для угольного и породного забоев:

$$l_{\text{зах}(y)} = l_{\text{зах}(n)} = l_{\text{зах}}.$$

Для угольного забоя принимают значения коэффициентов использования шпуров 0,8-0,85 (одна открытая поверхность); для породного забоя – 0,8-0,95 (две открытые поверхности).

Дальнейший порядок расчета параметров БВР для угольного забоя аналогичен порядку расчета для забоя выработки, проводимой по однородным породам.

Удельный расход ВВ для породного (породных) забоя определяют по формулам М.М. Протодяконова, Н.М. Покровского для забоев с двумя открытыми поверхностями или принимают по справочнику.

По данным М.М Протодяконова:

$$q = 0,15\sqrt{f}\left(\sqrt{0,2f} + \frac{1}{B}\right)k * e^{-1},$$

где  $f$  – коэффициент крепости по шкале М.М. Протодяконова пород кровли (почвы);

$B$  – ширина породного забоя по средней линии, параллельной открытой поверхности, в сторону которой направлено действие взрыва, м;

$\kappa$  – коэффициент увеличения расхода ВВ при машинной погрузке породы (1,2-1,3);

$$e = \frac{P_x}{525};$$

$P_x$  – коэффициент работоспособности ВВ.

По формуле Н.М. Покровского:

$$q = q_1 * s_1 * V_1 * e_1,$$

Величины  $q_1, s_1, e_1$  принимают как и для забоя с одной открытой поверхностью.

Значение коэффициента зажима взрываеваемой породы принимают равным:

- $v_j=1,2$  – для пород кровли;
- $v_j=1,6$  – для пород почвы;
- $v_j=1,6$  – при проведении пластовых штреков на крутом падении.

Количество шпуров:

$$N = \frac{1,27 * q * S_{вч} * \eta}{\Delta_n * d_n^2 * \kappa_{зан}}.$$

В этом выражении коэффициент заполнения шпуров принимают равным  $\kappa_{зан}=0,6-0,7$  (две открытые поверхности, нет врубовых шпуров).

Массу зарядов рассчитывают как для забоя выработки, проводимой в однородных породах. При установлении  $q_w$  следует иметь ввиду, что угольные и породные шпуры заряжаются патронами одной и той же массы.

Выбор вруба для забоя с двумя открытыми поверхностями не производится (он не нужен).

Шпуры в забоях с двумя открытыми поверхностями располагают равномерно по плоскостям, параллельным открытым поверхностям. Причем расстояние между зарядом шпура и открытой поверхностью должно быть не менее 0,3 м (ЕПБ).

### Контрольные вопросы

1. Почему ЕПБ запрещают применять два типа ВВ в одном забое?
2. Почему при проведении пластовой выработки длины заходок в угольном и породном забоях принимают одинаковыми?

3. Почему коэффициент использования шпуров в забоях с двумя открытыми поверхностями принимают большим, чем в забое выработки, проводимой по однородным породам?
4. Почему коэффициент заполнения шпуров в забоях с двумя открытыми поверхностями принимают большим, чем в забое выработки, проводимой по однородным породам?
5. Почему не выполняют вруб в забоях с двумя открытыми поверхностями?

Объединение \_\_\_\_\_  
 Шахта \_\_\_\_\_  
 Участок \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
 Главный инженер шахты

\_\_\_\_\_  
 (подпись)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
 (подпись)

## ПАСПОРТ

буровзрывных работ  
Западного квершлага  
 (наименование выработки, забоя)

## УКАЗАНИЯ

по составлению и соблюдению паспорта

1. Паспорт составляется на каждый забой и является основным документом ведения буровзрывных работ на все время действия забоя.
2. Запрещается производство буровзрывных работ без наличия утвержденного паспорта или с нарушением его.
3. Расположение, глубина и количество шпуров должны обеспечить КИШ не менее 0,8-0,9.
4. Тип и количество одновременно работающих буровых механизмов должны обеспечивать обуривание в заданное графиком время.
5. Паспорт составляется начальником участка, опробуется опытными взрывами и после корректировки представляется на подпись начальникам участков ВТБ и БВР и утверждение главному инженеру шахты.
6. Паспорт составляется в четырех экземплярах и после утверждения выдается под расписку: начальнику участка – два экземпляра, один из которых выдается горным мастерам и передается ими по смене; начальникам участков ВТБ и БВР – по одному экземпляру.
7. С изменением горнотехнических условий паспорт должен быть составлен заново.
8. Выдача ВМ взрывнику производится по наряд-путевке в количествах и по ассортименту согласно паспорту БВР.

№ п/п	Показатель	Единица измерения	Количество
1	Опасность шахты: по газу по пыли	- -	Сверхкатегорная Опасная
2	Опасность выработки: по газу по пыли	- -	Не опасная Не опасная
3	Сечение выработки вчерне	м <sup>2</sup>	10,9
4	Коэффициент крепости по шкале М.М. Протоdjeяконова угля/породы	-	- / 7-9
5	Тип применяемого ВВ	-	Аммонит скальный №1 прессованный
6	Расход ВВ на цикл	кг	27,75
7	Расход электродетонаторов на цикл	шт	38
8	Тип применяемой забойки	-	Песчано-глинистая
9	Расход забойки на цикл	кг/шт	60
10	Подвигание забоя за взрыв: по углю по породе	м м	- 1,5
11	Время на проветривание забоя после взрыва	мин	20
12	Время на зарядание, взрывание и проветривание	мин	60

Схема проветривания забоя, постов сцепления и мест укрытия людей при взрывных работах

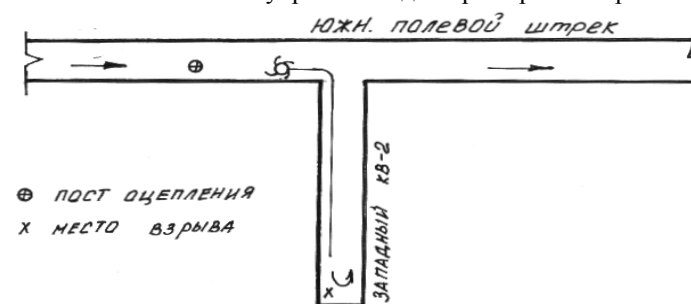
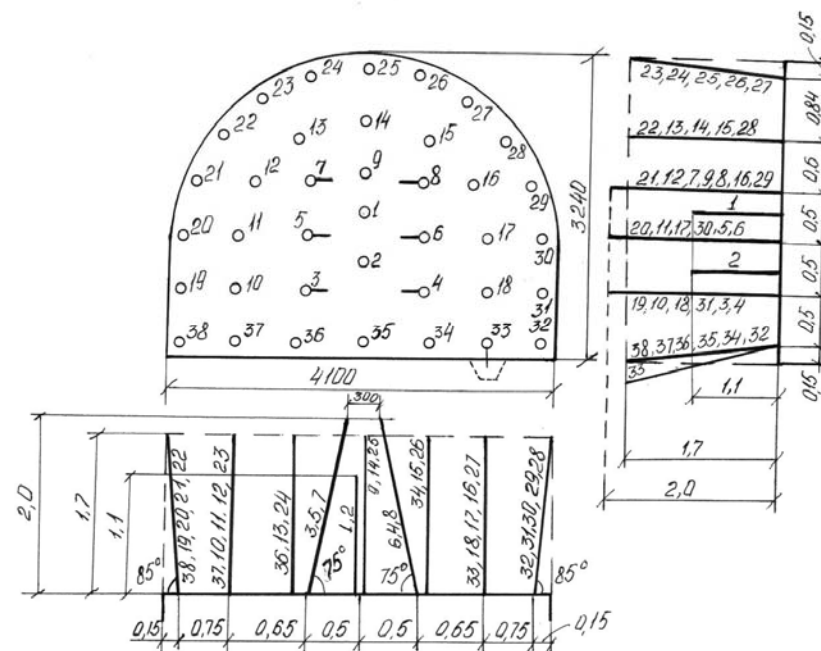


СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ШПУРОВ



Номер шпуров, взрываемых за один прием	Длина каждого из шпуров, м	Угол наклона		Величина заряда каждого шпура, кг	Очередность взрывания
		К вертикали	К горизонтали		
1	2	3	4	5	6
1	1,1	90	90	0,5	ЭДКЗ-0П (1)
2,4	1,4	90	80	0,5	ЭДКЗ-ПМ15 (2)
3,5	1,7	80	90	0,75	ЭДКЗ-ПМ30 (3)
6-9	1,7	90	85	0,75	ЭДКЗ-ПМ45 (4)
11-12,16-18	1,7	90	90	0,75	ЭДКЗ-ПМ60 (5)
13-15,34-36	1,7	90-85	90	0,75	ЭДКЗ-ПМ80 (5)
33,37,19-31	1,7	90-85	85-90	0,75	ЭДКЗ-ПМ100 (6)
32,38	1,7	90	85	0,75	ЭДКЗ-ПМ120 (7)

Приложение А

Основные показатели для разработки данного паспорта установлены \_\_\_\_\_ опытными взрывами, проведенными \_\_\_\_\_  
(количество)  (дата)

следующими лицами

Фамилия, имя, отчество	Должность	Подпись

Паспорт составил:  
 Начальник участка \_\_\_\_\_  
(подпись)

«\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Паспорт согласован:  
 Начальник участка ВТБ \_\_\_\_\_  
(подпись)

«\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Начальник участка БВР \_\_\_\_\_  
(подпись)

«\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

С паспортом ознакомлены:

Ф.И.О.	Должность (профессия)	Рабочий №	Дата	Подпись

Приложение В


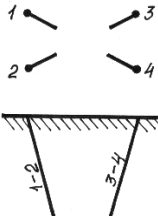
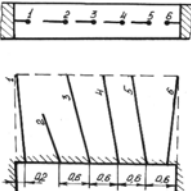
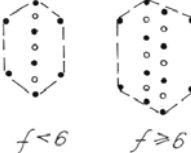
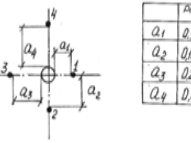
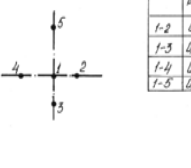
Таблица 4 – Удельный расход ВВ при проведении горных выработок с одной открытой поверхностью

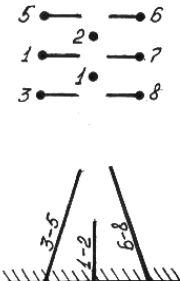
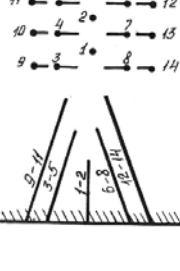
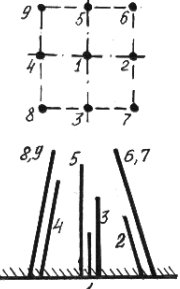
Коэффициент крепости пород	ВВ	Сечение выработки в проходке, м <sup>2</sup>									
		горизонтальной и наклонной				Вертикального ствола					
		4-6	7-9	10-12	13-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18-20	Скальный №1	3,68	3,38	3,12	2,87	2,63	2,45	2,13	2,0	1,85	1,68
	№6 ЖВ	4,8	4,4	4,07	3,74	3,43	3,2	2,79	2,6	2,42	2,2
13-15	Скальный №1	3,06	2,8	2,56	2,43	2,30	2,03	1,86	1,73	1,6	1,44
	№6 ЖВ	4,0	3,64	3,35	3,17	2,47	2,68	2,42	2,31	2,09	1,87
8-10	Скальный №1	2,32	2,12	1,94	1,81	1,65	1,52	1,35	1,24	1,15	1,06
	№6 ЖВ	3,01	2,75	2,56	2,37	2,16	1,98	1,76	1,62	1,5	1,4
	АП-5ЖВ	3,2	2,92	2,68	2,5	-	-	-	-	-	-
	Т-19	3,92	3,58	3,29	3,07	-	-	-	-	-	-
5-6	Скальный №1	1,43	1,33	1,22	1,14	1,03	0,93	0,86	0,78	0,73	0,68
	№6 ЖВ	1,87	1,74	1,6	1,5	1,35	1,21	1,12	1,02	0,95	0,88
	АП-5ЖВ	1,98	1,85	1,68	1,58	-	-	-	-	-	-
	Т-19	2,43	2,26	2,07	1,95	-	-	-	-	-	-
3-4	№6 ЖВ	1,14	1,06	1,0	0,93	0,86	0,77	0,7	0,65	0,6	0,56
	АП-5ЖВ	1,36	1,25	1,18	1,1	-	-	-	-	-	-
	Т-19	1,49	1,37	1,29	1,2	-	-	-	-	-	-
1,5-2	№6 ЖВ	0,7	0,64	0,6	0,55	0,51	0,46	0,42	0,37	0,35	0,38
	АП-5ЖВ	0,92	0,83	0,77	0,72	-	-	-	-	-	-
	Т-19	1,6	1,44	1,38	1,25	-	-	-	-	-	-



**ВЗРЫВНЫЕ ВРУБЫ**

Наименование вруба	Схема вруба	Условия применения вруба и его краткая характеристика																
1	2	3																
<p>Вертикальный клиновой вруб (одинарный)</p>		<p>Применяют в породах с <math>f \leq 7-8</math> при <math>l_{ш} \leq 1,7</math> м в шахтах, опасных и неопасных по газу и пыли. Для инициирования зарядов требуется только одна серия электродетонаторов. Недостатки: глубина шпуров лимитируется шириной выработки, наблюдается большой разброс породы и повреждения крепи. Параметры для вруба:</p> <table border="1" data-bbox="1659 758 2114 1046"> <thead> <tr> <th data-bbox="1659 758 1760 943">Коэффициент крепости по шкале М.М. Протодьяконова</th> <th data-bbox="1760 758 1877 943">Расстояние по вертикали между парами шпуров</th> <th data-bbox="1877 758 1995 943">Угол наклона шпуров к поверхности забоя, град</th> <th data-bbox="1995 758 2114 943">Число пар врубовых шпуров</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1659 943 1760 975">4-6</td> <td data-bbox="1760 943 1877 975">0,5-0,4</td> <td data-bbox="1877 943 1995 975">75-65</td> <td data-bbox="1995 943 2114 975">2-3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1659 975 1760 1007">7-10</td> <td data-bbox="1760 975 1877 1007">0,4-0,3</td> <td data-bbox="1877 975 1995 1007">65-60</td> <td data-bbox="1995 975 2114 1007">3-4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1659 1007 1760 1046">11-20</td> <td data-bbox="1760 1007 1877 1046">0,3</td> <td data-bbox="1877 1007 1995 1046">60-50</td> <td data-bbox="1995 1007 2114 1046">4-6</td> </tr> </tbody> </table>	Коэффициент крепости по шкале М.М. Протодьяконова	Расстояние по вертикали между парами шпуров	Угол наклона шпуров к поверхности забоя, град	Число пар врубовых шпуров	4-6	0,5-0,4	75-65	2-3	7-10	0,4-0,3	65-60	3-4	11-20	0,3	60-50	4-6
Коэффициент крепости по шкале М.М. Протодьяконова	Расстояние по вертикали между парами шпуров	Угол наклона шпуров к поверхности забоя, град	Число пар врубовых шпуров															
4-6	0,5-0,4	75-65	2-3															
7-10	0,4-0,3	65-60	3-4															
11-20	0,3	60-50	4-6															
<p>Вертикальный клиновой вруб (двойной)</p>		<p>Применяют в породах с <math>f \geq 7-8</math> при <math>l_{ш} \geq 1,7</math> м в шахтах, опасных и неопасных по газу и пыли. Для инициирования зарядов требуется две серии замедления электродетонаторов. Недостатки: глубина шпуров лимитируется шириной выработки, наблюдаются большой разброс породы и повреждения крепи.</p>																

1	2	3										
<p>Воронкообразные врубы</p>		<p>Применяют в породах с различной крепостью при проходке вертикальных стволов круглой формы.</p>										
<p>Пирамидальные врубы</p>		<p>Применяют в породах с различной крепостью при проходке шурфов и вертикальных стволов прямоугольной формы поперечного сечения.</p>										
<p>Веерные врубы</p>		<p>Применяют в угольных забоях при проведении пластовых выработок на шахтах, опасных и неопасных по газу и пыли.</p>										
<p>Щелевые врубы</p>		<p>Применяют в породах с различной крепостью в шахтах, не опасных по газу и пыли, при проведении полевых выработок с небольшой площадью поперечного сечения.</p>										
<p>Призматический вруб со скважиной</p>	 <table border="1" data-bbox="1590 1069 1646 1181"> <thead> <tr> <th>Порядк</th> <th>Абсцисса</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a1</td> <td>0,1-0,2</td> </tr> <tr> <td>a2</td> <td>0,05-0,1</td> </tr> <tr> <td>a3</td> <td>0,2-0,4</td> </tr> <tr> <td>a4</td> <td>0,3-0,4</td> </tr> </tbody> </table>	Порядк	Абсцисса	a1	0,1-0,2	a2	0,05-0,1	a3	0,2-0,4	a4	0,3-0,4	<p>Применяют в породах с <math>f &gt; 7</math> в шахтах, не опасных по газу и пыли, при проведении полевых выработок. Очередность взрывания соответствует порядковым номерам шпуров.</p>
Порядк	Абсцисса											
a1	0,1-0,2											
a2	0,05-0,1											
a3	0,2-0,4											
a4	0,3-0,4											
<p>Спиральный шагающий вруб</p>	 <table border="1" data-bbox="1590 1228 1646 1324"> <thead> <tr> <th>Порядк</th> <th>Абсцисса</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1-2</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>1-3</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>1-4</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>1-5</td> <td>0,3</td> </tr> </tbody> </table>	Порядк	Абсцисса	1-2	0,1	1-3	0,05	1-4	0,2	1-5	0,3	<p>Применяют при проведении полевых выработок в породах с <math>f &gt; 6</math> в шахтах, не опасных по газу и пыли. Очередность взрывания соответствует порядковым номерам шпуров</p>
Порядк	Абсцисса											
1-2	0,1											
1-3	0,05											
1-4	0,2											
1-5	0,3											

1	2	3
<p>Вертикальный клиновой вруб (одинарный) с разрезными шпурами</p>		<p>Применяют в породах монолитных с <math>f \geq 7-8</math> при <math>l_{ш} \leq 2</math> м в шахтах, опасных и неопасных по газу и пыли. Для инициирования зарядов требуется две серии замедления электродетонаторов. Недостатки: глубина шпуров лимитируется шириной выработки, наблюдается большой разброс породы</p>
<p>Вертикальный клиновой вруб (двойной) с разрезными шпурами</p>		<p>Применяют в породах монолитных с <math>f \geq 7-8</math> при <math>l_{ш} \geq 2</math> м в шахтах, опасных и неопасных по газу и пыли. Для инициирования зарядов требуется три серии замедления электродетонаторов. Недостатки: глубина шпуров лимитируется шириной выработки, наблюдается большой разброс породы и повреждения крепи</p>
<p>Шагающий пирамидально-клиновой вруб</p>		<p>Применяют при проведении различных полевых выработок в породах с различной крепостью, как однопутевых, так и двухпутевых. Требуется большое количество серий замедления электродетонаторов с включением ЭДЗД. Последний ограничивает область применения вруба шахтами, не опасными по газу и пыли</p>

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила безопасности в угольных шахтах. – К.: Основа, 1996. – 421 с.
2. Единые правила безопасности при взрывных работах. – К.: Норматив, 1992. – 171 с.
3. Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород взрывом. М.: МГИ, 1992. – 516 с.
4. Росинский Н.Л., Магойченков М.А., Галаджий Ф.М. Мастер-взрывник. – М.: Недра, 1988. – 384 с.
5. Справочник взрывника / Под ред. Б.Н. Кутузова. – М.: Недра, 1988. – 511 с.
6. Суханов А.Ф., Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород взрывом. – М.: Недра, 1983. – 334 с.
7. Таранов П.Я., Гудзь А.Г. Разрушение горных пород взрывом. – М.: Недра, 1976. – 253 с.
8. Гурова Л.И. Основы программирования. – М.: Статистика, 1986. – 243 с.
9. Шевцов Н.Р. Взрывозащита
10. Государственный стандарт Украины. “Документация. Отчеты в сфере науки и техники. Структура и правила оформления”. ДСТУ 3008-95.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Требования, предъявляемые к БВР при сооружении горных выработок	3
2. Содержание паспорта БВР	5
3. Расчет параметров БВР при сооружении горизонтальных и наклонных выработок в однородных породах	6
4. Особенности расчета параметров БВР при сооружении вертикальных стволов шахт	14
5. Особенности расчета параметров БВР при сооружении пластовых выработок	16
Список рекомендуемой литературы	30

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**К расчетам параметров и составлению паспортов БВР при  
сооружении подземных горных выработок**

[для студентов специальностей:

7.090303 “Шахтное и подземное строительство”,

7.07090301.02 “Подземная разработка месторождений  
полезных ископаемых ”,

7.090301.05 “Охрана труда в горном производстве”,

7.090301.06 “Геомеханические процессы  
горного производства”,

7.090303 “Шахтное и подземное строительство”,

7.070801.06 “Экология горного производства”]

**Составители:**

**Николай Романович Шевцов**

**Валерий Федорович Формос**

**Сергей Васильевич Борщевский**

**Константин Николаевич Лабинский**