

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

**Тема:** Розрахунок параметрів буропідричних робіт в однорідних породах

**Мета:** 1. Закріплення теоретичних знань по темі: «Проведення горизонтальних і похилих виробок в міцних однорідних породах».  
2. Отримання навиків розрахунку та складання паспорту БПР для конкретних гірничо-геологічних робіт.

**Матеріальне забезпечення:** паспорта БПР, калькулятор, схеми, плакати.

**Література:** 1. Картозия Б.А. Шахтное и подземное строительство: Учеб. для вузов : В 2т. / Б.А.Картозия, Б.И.Федунец, М.Н.Шуплик и др. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Изд-во Академии горных наук, 2001  
2. Росинский Н.Л. Мастер-взрывник : Учебник для профессионального обучения рабочих на производстве / Н.Л.Росинский, М.А.Магойченков, Ф.М.Галаджий – [3-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Недра, 1988. – 384 с.  
3. Соболев В.В. Технологія та безпека виконання підричних робіт : Навч. посіб. для ВНЗ / В.В. Соболев, Р.М. Терещук, О.Є. Григор'єв. – Дніпро : НГУ, 2017. – 314 с.  
4. Соболев В.В. Технологія та безпека виконання вибухових робіт. Практикум : підручник для ВНЗ / В.В.Соболев, І.І.Усик, Р.М.Терещук. – Д. : НГУ, 2014. – 176 с.

### Зміст роботи

1. Повторити основні теоретичні відомості.
2. Згідно варіанта вибрати початкові дані для розрахунку паспорту БПР (див. табл. 2.2).
3. Виконати розрахунок паспорту БПР згідно методики, приведеної в методичних вказівках.
4. Відповісти на контрольні питання (див. табл. 2.3).

### Основні теоретичні відомості

Вибухові роботи при проходці гірничих виробок повинні проводитися згідно оформленим в установленому порядку паспортам ведення буропідричних робіт, затвердженим одним з керівників цієї організації, яка веде вибухові роботи. Кожен вибір повинен мати окремий паспорт буропідричних робіт (БПР).

Проект буропідричних робіт повинен затверджуватися технічним керівником і вводиться в дію наказом керівника організації. Проекти буропідричних робіт в числі інших питань повинні містити рішення по безпечній організації робіт із вказівкою основних параметрів буропідричних робіт; способу ініціації зарядів; розрахунку вибухових мереж; конструкції зарядів і бойовиків; передбачуваній витраті вибухових матеріалів; визначенням небезпечної зони і охороні цієї зони з урахуванням об'єктів, що знаходяться в її межах; провітрювання району вибухових робіт і іншим заходам безпеки, які доповнюють в конкретних умовах вимоги Правил безпеки.

Паспорт БПР являє собою інструктивну карту, що регламентує порядок проведення буропідричних робіт. Підривання зарядів треба здійснювати за паспортом БПР, із яким під розпис повинен ознайомитися персонал, що виконує буропідричні роботи.

Паспорт БПР складається на підставі результатів розрахунку та не менше трьох експериментальних підривань начальником дільниці, на якій ведуться підривні роботи, чи його помічником, узгоджується з начальниками дільниць БПР і ППС і затверджується головним інженером шахти.

Паспорт – це технологічний закон, котрий не може бути довільно змінений. Паспорт БПР повинен містити:

- ⇒ найменування виробки, площу її перерізу у світлі і начорно, міцність порід (вугілля);
- ⇒ схему розташування шпурів у трьох проекціях у масштабі 1:50 чи 1:100;
- ⇒ на схемі повинні бути зазначені розміри, що потрібні бурильнику під час розмічення шпурів на вибої виробки, а також мінімальні відстані між зарядами ВР;
- ⇒ кількість, діаметри, довжини й глибини шпурів;
- ⇒ кути нахилу шпурів до вибою;
- ⇒ найменування ВР і ЗІ;
- ⇒ конструкцію шпурового заряду ВР;
- ⇒ масу і конструкцію заряду ВР кожного шпуру і комплекту шпурів у цілому;

- ⇒ схему монтажу підривної мережі;
- ⇒ кількість серій уповільнення й послідовність підривання зарядів;
- ⇒ матеріал набійки і її довжину;
- ⇒ вид і схему створення запобіжного середовища;
- ⇒ вказівки про місце укриття майстра-підричника і робітників на час виконання вибухових робіт;
- ⇒ схему й час провітрювання виробок після підривання до початку відновлення робіт прохідницького циклу;
- ⇒ дані про розташування постів оточення і місце укриття майстра-підричника й робітників.

В окремих випадках (через зміну гірничо-геологічних та інших умов) із дозволу особи технічного нагляду, що здійснює безпосереднє керівництво підривними роботами, допускається зменшення маси й кількості зарядів у порівнянні з показниками, що передбачені паспортом.

Разові вибухи зарядів у шпурах для доведення контурів виробки до розмірів, передбачених проектом, видалення навісів, вирівнювання вибою, підривання підшви виробки, розширення виробки під час перекріплення, а також із метою ліквідації зарядів, що відмовили, дозволяється робити за схемами. Схеми складаються й підписуються особою технічного нагляду, що здійснює безпосереднє керівництво БПР. У схемі вказуються розташування шпурів, маса й конструкція зарядів, місця розташування постів і укриття майстра-підричника, заходи безпеки.

### **Порядок розрахунку параметрів паспорту БПР**

#### **Вибір способу підривання зарядів**

1. Підбір засобів підривання, їх тип, марка.
2. Вибір типу ВР (характеристики ВР наведені в таблиці 2.1).

Таблиця 2.1 - Характеристики промислових вибухових речовин (ВР)

ВР	Клас ВР	Бризантність ВР, мм	Працездатність, см <sup>3</sup>	Швидкість детонації, км/с	Критичний діаметр, мм	Передача детонації, см	Об'єм газів вибуху, дм <sup>3</sup> /кг	Теплота вибуху, ккал/кг	Температура вибуху, С <sup>о</sup>	Щільність патрунування , г/см <sup>3</sup>	Діаметр патронів, мм	Маса патрона, г	Гарантійний термін придатності, міс
Запобіжні ВР для шахт і рудників, небезпечних по газу або пилу													
Амоніт АП-5 ЖВ	III	14	320	3,6- 4,2	10-12	5(2)	907	787	2520	1- 1,15	36	200; 250; 300	4
Амоніт нафтовий №3	III	12	230	2,8- 3,2	6-8	6-12	744	635	1925	1,1- 1,26	32	200; 250	6
Амоніт сірчаний №1	III	11	200	2,5- 3,0	8-10	7-10	483	878	1570	0,98 - 1,03	32	200; 250	6
Амоніт ПЖВ-20	IV	13	265	3,5- 4,0	12-14	5(2)	813	717	2220	1,1- 1,18	36	250; 300	6
Амоніт Т-19	IV	14	270	3,6- 4,3	10-12	5(2)	814	724	2230	1,1- 1,2	36	250; 300	6
Вугленіт Е-6	V	7-11	130- 170	1,9- 2,2	7-9	5(3)	560	560	1790	1,1- 1,25	36	200; 250	-
Вугленіт № 5	V	4	60-90	1,7- 1,9	8-10	3(2)	215	215	920	1,2- 1,3	36	150; 200; 250; 300	-
Патрони СП-1	VI	По ефективності рівноцінний заряду вугленіту Е-6 масою 300г; довжина патрона СП-1 34,5см; d <sub>п</sub> = 39мм.											
Незапобіжні вибухові речовини													
Амоніт №6ЖВ	II	14	360	3,6- 4,8	10-13	7	895	1030	2960	1,0- 1,2	28; 32; 36	200; 300	3 та 12

Амоніт скельний №1ЖВ	II	28	450	6	5-6	5-10	830	1295	3520	1,45 -1,5	36; 45	250; 400	12
Детоніт М	II	18	460	5-5,3	8-10	10	832	1382	3400	1,1- 1,3	24; 28; 32; 36	100; 200; 300	8

### **Визначення довжини заходки**

Довжину заходки можна встановити за організаційними чинниками, виходячи з нормативної (заданої) швидкості  $L$ , м/міс, проведення гірничої виробки за формулою:

$$l_{\text{зах.}} = \frac{L}{n_{\text{р.д.}} \cdot n_{\text{цикл}}}, \text{ м} \quad (2.1)$$

де  $L$  – темпи проведення виробки, м/міс.;

$n_{\text{р.д.}}$  – кількість робочих днів за місяць, днів;

$n_{\text{цикл}}$  – кількість циклів за добу, цикли.

### **Визначення середньої глибини шпурів**

Глибина шпурів є одним з основних організаційно-технологічних параметрів, що визначають загальний об'єм робіт і швидкість проведення гірничої виробки. Визначається по формулі:

$$l_{\text{ш}} = \frac{l_{\text{зах.}}}{\eta}, \text{ м} \quad (2.2)$$

де  $\eta$  — коефіцієнт використання шпуру (КВШ=0,8÷0,9)

### **Визначення питомих витрат ВР**

Питома витрата ВР, тобто кількість ВР, необхідної для дроблення 1 м<sup>3</sup> породи і викиду її за межі воронки вибуху, можна підрахувати по формулі Н.М. Покровського:

$$q = q_1 \cdot F \cdot v \cdot e, \text{ кг/м}^3 \quad (2.3)$$

де  $q_1$  — питомі нормальні витрати ВР, які залежать від властивостей породи:

$$q_1 = 0,1f \quad (2.4)$$

$f$  - коефіцієнт міцності породи за шкалою професора М.М.Протоцьконова;

$F$  - коефіцієнт, що враховує текстуру породи. Значення коефіцієнта  $F$  приймають залежно від властивостей та структури порід, їх залягання та тріщинуватості:

- в'язкі, пружні, пористі – 2;
- дислоковані з неправильним або паралельним осі виробки заляганням і дрібною тріщинуватістю – 1,4;
- із сланцевим заляганням та змінною міцністю, з нашаруванням, перпендикулярним до напрямку шпурів – 1,3;
- масивні, крихкі, щільні – 1,1.

**Примітка** - При розрахунках приймають  $F=1,3 \dots 1,5$  – для порід покрівлі та підосви;  $F=1,0 \dots 1,3$  – для вугілля.

$v$  - коефіцієнт затиску порід, якій залежить від площі поперечного перерізу виробки (при двох оголених площинах  $v=1,2-1,5$ ); при одній відкритій поверхні коефіцієнт затиску порід:

$$v = \frac{6,5}{\sqrt{S_{\text{пр}}}} \quad (2.5)$$

$e$  - коефіцієнт, що враховує працездатність ВР:

$$e = \frac{380}{P_x} \quad (2.6)$$

де 380 см<sup>3</sup> – працездатність 62%-го динаміту, який прийнятий Н.М.Покровським в якості еталонної вибухової речовини;

$P_x$  - працездатність прийнятої ВР, залежить від міцності порід.

При роздільній виїмці корисної копалини та вміщуючих порід питомий заряд ВВ і число шпурів на кожен забій розраховують окремо для пласта корисної копалини та вміщуючих порід.

### **Визначення розрахункових витрат ВР на заходку**

Попередню витрату ВР (кількість ВР) на одну заходку визначають за формулою:

$$Q = \frac{q \cdot l_3 \cdot S_{np}}{\eta}, \text{ кг} \quad (2.7)$$

де  $q$  - питома витрата ВР, кг/м<sup>3</sup>;

$l_3$  - довжина заходки, м;

$S_{np}$  - площа поперечного перерізу вибою в проходці, м<sup>2</sup>

$\eta$  - КВШ

### **Визначення кількості шпурів на вибій виробки**

Число шпурів в забої, залежить від міцності порід, площі перерізу виробки в проходці і місткості шпурів, може бути визначене по формулі:

$$N = \frac{1,27 \cdot q \cdot S_{np}}{\Delta_n \cdot d_n^2 \cdot K_{зан}}, \text{ шт.} \quad (2.8)$$

де  $q$  – питома витрата ВР, кг/м<sup>3</sup>;

$S_{np}$  - площа поперечного перерізу вибою в проходці, м<sup>2</sup>;

$d_n$  - діаметр патрона ВР, м;

$K_{зан}$  – коефіцієнт заповнення шпурів ВР. Коефіцієнт заповнення шпуру (відношення довжини заряду до глибини шпуру) визначають за умовами мінімально допустимої довжини забійки. Для шахт, небезпечних по газу і пилу, в забої по породі можна прийняти  $K_{зан} \leq 0,7$ . Для шахт, безпечних по газу і пилу,  $K_{зан} = 0,35-0,6$ . При розрахунках значення  $K_{зан}$  приймають: 0,3 – для вугілля; 0,4 – для порід з  $f < 5$ ; 0,45 – для порід з  $f = 5-8$ ; 0,5...0,6 – для порід з  $f > 8$ .

$\Delta_n$  – щільність патронування прийнятої ВР, кг/м<sup>3</sup>.

### **Вибір типу врубу й схеми розміщення шпурів**

Всі шпури розділяються на врубові, відбійні і 4контурю вальні приблизно в співвідношенні 1:2:3 (1:0,5:2 або 1:0,5:1,5).

Число врубових шпурів залежно від міцності порід, площі поперечного перерізу гірничих виробок в чорні повинно бути не менше чотирьох і не більше восьми. При однорідних гірських породах вруб розташовується в центрі площі перерізу гірничої виробки. У тих випадках, коли в перерізі гірничої виробки є присутнім вугільний пласт, то вруб розташовується, як правило, в площині пласта. Врубів шпури зазвичай бурять на 0,2-0,3 м глибше за інших. У практиці зустрічається безліч схем розташування врубових шпурів.

Тип вибухового врубу вибирається відповідно до міцності породи, її текстури, розмірів і конфігурації забою, довжини заходки, наявності виділення метану. Відбійні шпури, заряди яких вибухають після врубових, призначені для розширення об'єму первинного врубу. При малих перерізах виробки відбійних шпурів може і не бути, а при великому перерізі відбійними шпурами руйнується велика частина породи в забої. Оконтурювальні шпури, заряди яких вибухають останніми, надають виробці проектної форми поперечного перерізу.

Після вибору схеми розташування шпурів остаточно уточнюється їх довжина і кут нахилу. Довжина шпурів з урахуванням їх закладання складе:

$$l'_w = l_w / \sin \alpha, \text{ м} \quad (2.9)$$

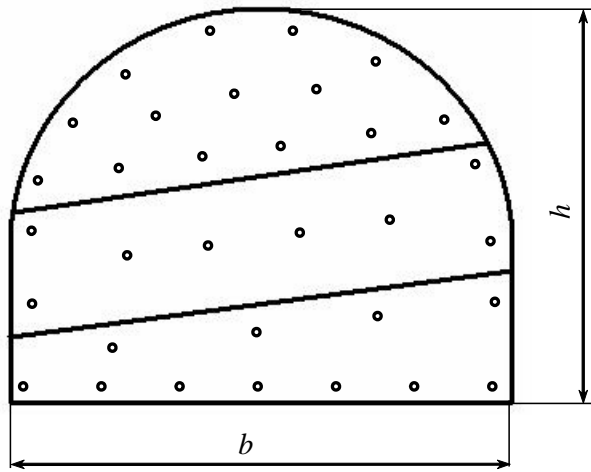


Рис. 2.1 – Схема розташування шпурів

### **Визначення середньої маси шпурового заряду**

Середню масу заряду в шпурі визначають за формулою:

$$q_{ш} = \frac{Q}{N}, \text{ кг} \quad (2.10)$$

де  $Q_{розн}$  – розрахункові витрати ВР на вибій виробки;

$N$  – кількість шпурів на вибій виробки.

### **Визначення орієнтовної маси заряду по всім видам шпурів**

Коефіцієнт заповнення врубових шпурів приймають на 20-25% більше, а коефіцієнт заповнення оконтурювальних шпурів - на 15-20% нижче, ніж відбійних шпурів. Таким чином, в порівнянні з величиною  $q_{ш}$ , заряд врубових шпурів збільшують на 20-25%, а заряд оконтурювальних шпурів зменшують на 15-20%. Крім того, масу заряду в шпурі коригують по цілому числу патронів в шпурі

- для врубових:  $q_{вр} = 1,2q_{ш}$
- для відбійних:  $q_{відб} = q_{ш}$
- для оконтурювальних:  $q_{ок} = 0,9q_{ш}$

### **Визначення кількості патронів ВР у шпурі**

Кількість патронів ВР в шпурі визначається по формулі:

$$n_n = \frac{q_i}{q_n}, \text{ шт.} \quad (2.11)$$

де  $q_i$  — орієнтовна маса заряду певного виду шпурів, кг;

$q_n$  — маса одного патрона ВР, кг.

Зазвичай для шахт, небезпечних по газу і пилу, патрони запобіжних ВР випускають масою по 0,2 і 0,3 кг, завдовжки відповідно по 180 і 250 мм, діаметром 36 мм.

Досить часто при діленні розрахункової маси шпурового заряду на масу патрона виходить не ціла кількість патронів ВР в шпурі. У зв'язку з тим, що різати патрони ВР при заряджанні шпурів не дозволяється, необхідно округлювати отримане значення до цілої кількості, а потім уточнювати масу шпурового заряду.

### **Визначення ваги шпурового заряду з умови цілого числа патронів ВР в шпурі**

Скорегована маса заряду (фактична витрата ВР) на одну заходку складає:

$$Q = q_{ш} (N_{вр} n_{вр} + N_{відб} n_{відб} + N_{ок} n_{ок}), \text{ кг} \quad (2.12)$$

де  $N_{вр}, N_{відб}, N_{ок}$  - кількість врубових, відбійних та оконтурювальних шпурів;

$n_{вр}, n_{відб}, n_{ок}$  - число патронів ВР в аналогічних шпурах;

$q_{ш}$  - маса патронів прийнятої ВР.

### **Визначення довжини забійки**

Відповідно до "Єдиних правил безпеки при вибухових роботах" довжина забійки має бути не менше половини довжини шпуру при його глибині від 0,6 м до 1,0 м; при глибині

шпуру більше 1,0 м - довжина забійки має бути не менше 0,5м. Якщо ця умова не витримується, то потрібно збільшити довжину шпурів, залишивши незмінним заряд в шпурах, або збільшити кількість шпурів і розподілити ВВ на усі шпури.

Перевірку довжини забійки шпурів виконують по формулі:

$$l_{заб} = l'_{ш} - l_n n_n, \text{ м} \quad (2.13)$$

де  $l'_n$  – довжина шпуру з урахуванням його закладення (розраховується по кожному виду шпурів);

$l_n$  - довжина одного патрона ВР, м;

$n_n$  - число патронів ВР в аналогічних шпурах.

Таблиця 2.2 – Вихідні данні

№	Назва виробки	Форма перерізу виробки	Категорія шахти	Потужність пласта, м	Коефіцієнт міцності $f$		Площа вибою, м <sup>2</sup>	Ширина виробки в проходці, м	Висота виробки в проходці, м	Кількість робочих днів за місяць	Кількість циклів за добу	Кут падіння пласта, град.	Темпи проведення виробки за місяць, м/міс
					вугілля	породи							
1	Квершлаг	аркова	надкат	-	-	7	14,4	4,66	3,56	23	3	-	120
2	Штрек польовий	трапец.	негаз.	-	-	9	6,3	3,00	2,30	24	4	-	180
3	Розрізна піч	прямокут.	I	1,15	1,5	-	3,45	3,00	1,15	25	6	2	300
4	Квершлаг	аркова	III	-	-	6	10,5	4,45	2,60	23	4	-	115
5	Штрек	аркова	II	3,0	3	-	10,9	3,80	3,00	24	3	4	160
6	Уклон	аркова	I	2,8	2,5	-	9,4	3,60	2,80	25	4	10	200
7	Просік	трапец.	надкат	2,10	2	-	4,5	2,80	2,10	23	6	5	280
8	Квершлаг	аркова	надкат	-	-	10	11,7	3,80	3,50	24	4	-	120
9	Штрек польовий	трапец.	негаз.	-	-	12	9,5	4,10	2,50	25	3	-	150
10	Хідник	аркова	I	3,00	2	-	10,0	3,80	3,00	23	4	6	160
11	Квершлаг	аркова	III	-	-	10	14,3	4,50	3,20	24	3	-	180
12	Скат	прямокут.	II	1,40	1,3	-	3,78	2,70	1,40	25	6	22	280
13	Квершлаг	аркова	I	-	-	12	15,0	4,60	3,20	23	3	-	110
14	Штрек	трапец.	надкат	2,50	3	-	9,5	4,10	2,50	24	4	1	140
15	Розрізна піч	прямокут	надкат	1,30	1,5	-	5,85	4,50	1,30	25	6	12	280
16	Штрек польовий	аркова	I	-	-	6	10,5	4,50	2,60	24	3	-	110
17	Уклон польовий	аркова	III	-	-	9	11,7	3,80	3,60	25	4	14	115
18	Квершлаг	аркова	II	-	-	8	15,4	4,80	3,20	23	3	8	100
19	Штрек	трапец.	I	2,60	3,5	-	10,4	4,45	2,60	24	4	5	130
20	Розрізна піч	прямокут	надкат	1,25	1,3	-	4,68	3,75	1,25	25	5	10	260
21	Штрек польовий	аркова	негаз.	-	-	9	8,45	3,45	2,85	24	3	-	160
22	Бремсберг	аркова	I	2,5	2	-	9,5	4,10	2,50	25	4	4	170
23	Квершлаг	аркова	III	-	-	12	10,2	4,20	2,60	23	3	2	150
24	Штрек	трапец.	II	2,30	2,8	-	6,3	3,00	2,30	24	6	3	260
25	Розрізна піч	прямокут	I	1,45	1,0	-	6,67	4,60	1,45	25	6	5	240

**Контрольні питання**

1. Дайте визначення поняття «паспорт БПР».
2. Перелічіть осіб, що складають, узгоджують та затверджують паспорт БПР.
3. Дати визначення «питомі витрати ВР».
4. Наведіть види шпурів, їх призначення.
5. Поясніть призначення набійки. Який матеріал застосовують для набійки.
6. Наведіть величини набійки в залежності від довжини шпурів.

Таблиця 2.3 - Таблиця варіантів до контрольних запитань

№ варіанту	№ питання	№ варіанту	№ питання
1, 11, 21	1, 4	6, 16, 26	3, 4
2, 12, 22	2, 5	7, 17, 27	1, 6
3, 13, 23	3, 6	8, 18, 28	2, 4
4, 14, 24	1, 5	9, 19, 29	3, 5
5, 15, 25	2, 6	10, 20, 30	1, 5