

Практична робота №2. Розрахунок паспорту буро-вибухових робіт

Мета роботи – розрахунок параметрів паспорту буро-вибухових робіт.

Теоретичні відомості:

Метод свердловинних зарядів застосовується на кар'єрних при висадженні уступів висотою більше 5-7 м. Найбільш доцільним застосування даного методу є для уступів висотою від 10 до 20 м, але мають бути також враховані характеристики засобів механізації.

На уступі що підлягає висадженню, бурять похилі або вертикальні (в переважній кількості випадків) свердловини для розміщення зарядів ВР. Діаметр свердловин переважною мірою залежить від характеристики породи і може коливатись в межах від 75 до 320 мм (у слабких породах – до 150 мм, у більш міцних – 200 мм і більше). Свердловини можуть розташовуватись в один чи декілька рядів паралельно до фронту вибою (Рис. 2.1).

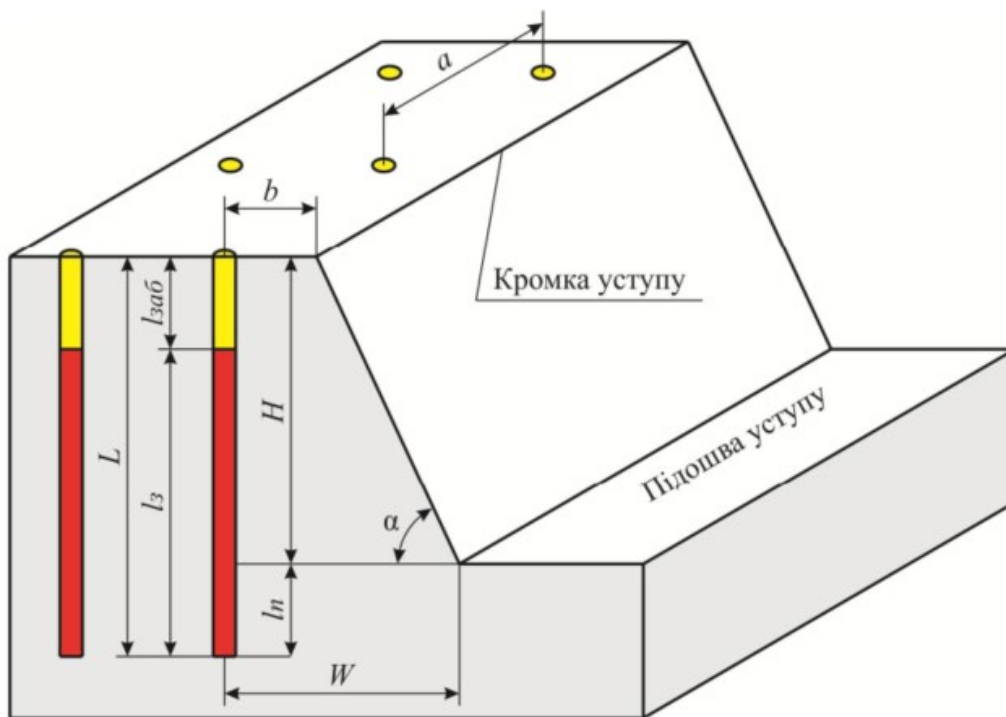


Рис.2.1. Схема розташування свердловин на уступі

У залежності від висоти уступу і міцності породи кут укосу уступу зазвичай становить $60 - 90^\circ$, унаслідок чого опір масиву вибуху в нижній частині вертикально пробуреної свердловини, як правило, більше ніж у верхній. Відстань яка характеризує опір масиву вибуху називають лінією опору по підшві, вона являє собою відстань від нижньої бровки уступу до центру свердловини (Рис.2.1).

Для гарного подрібнення у зоні підшви уступу і попередження утворення порогів, свердловини бурять глибше рівня підшви вибою. Частина свердловини, що знаходиться нижче підшви уступу, зветься перебуром. Довжина перебуру залежить від міцності породи і величини лінії опору по підшві, оскільки часто приймається рівною $0,1 \dots 0,2$ її величини. Іноді, з метою зменшення значення величини перебуру, нижню частину свердловини заповнюють більш потужною ВР. Також, для більш рівномірного подрібнення породи часто заряди роблять розосередженими.

Завдання:

На основі вихідних даних (таблиця 2.1) розрахувати параметри паспорту буро-вибухових робіт, необхідну кількість ВР та об'єми отриманої в ході підривання гірничої маси. За результатами розрахунків побудувати паспорт буро-вибухових робіт.

Приклад розрахунків буде показано на основі наступних вихідних даних: порода – граніт; об'ємна вага – $2,8 \text{ т/м}^3$; коефіцієнт міцності за Протодьяконовим – 10; висота уступу – 7 м; кут відкосу уступу – 65° ; тип вибухової речовини – ігданіт; спосіб підривання – миттєве; схема розташування свердловин – квадратна; значення добової продуктивності – $700 \text{ м}^3/\text{добу}$; тип транспорту – автомобільний.

Вихідні дані:

Таблиця 2.1

Дані для виконання роботи

Варіант	Порода	Об'ємна вага, т/м ³	Коефіцієнт міцності за Прогодьяконовим	Висота уступу, м	Кут відкосу уступу, °	Тип вибухової речовини	Спосіб підривання	Розташування свердловин	Добова продуктивність, м ³ /добу	Тип транспорту
1	Граніт	2,9	12	10	65	Грануліт АС-4	Миттєве	Квадратне	950	Автомобільний
2	Кам'яне вугілля	1,9	8	12	55	Грануліт АС-8	Короткосповільнене	Шахове	920	Залізничний
3	Доломіт	2,6	10	18	60	Грануліт С-2	Короткосповільнене	Квадратне	520	Залізничний
4	Буре вугілля	1,7	6	5	45	Грануліт М	Миттєве	Шахове	370	Автомобільний
5	Вапняк	2,1	8	19	50	Інфазіт Т-80	Миттєве	Квадратне	520	Автомобільний
6	Граніт	2,7	10	6	65	Інфазіт Т-60	Короткосповільнене	Шахове	415	Залізничний
7	Кварцит	2,5	20	14	65	Інфазіт Т-40	Короткосповільнене	Квадратне	520	Залізничний
8	Антрацит	1,8	6	10	45	Інфазіт Т-20	Миттєве	Шахове	280	Автомобільний
9	Граніт	2,9	15	8	65	Гарбатол ТМ	Миттєве	Квадратне	260	Автомобільний
10	Кам'яне вугілля	1,9	8	11	55	Ігданіт	Короткосповільнене	Шахове	1190	Залізничний
11	Доломіт	2,4	10	9	60	Ігданіт А-6	Короткосповільнене	Квадратне	1050	Залізничний
12	Буре вугілля	1,7	8	20	55	Амоніт 6-ЖВ	Миттєве	Шахове	260	Автомобільний
13	Вапняк	1,9	6	16	45	Амоніт 7-ЖВ	Миттєве	Квадратне	805	Автомобільний
14	Граніт	2,9	10	10	65	Амоніт 9-ЖВ	Короткосповільнене	Шахове	450	Залізничний

Продовження таблиці 2.1

Варіант	Порода	Об'ємна вага, т/м ³	Коефіцієнт міцності за Протодьяконовим	Висота уступу, м	Кут відкосу уступу, °	Тип вибухової речовини	Спосіб підривання	Розташування свердловин	Добова продуктивність, м ³ /добу	Тип транспорту
15	Кварцит	2,5	20	10	65	Амоніт АП-4ЖВ	Короткосповільнене	Квадратне	515	Залізничний
16	Антрацит	1,8	6	20	45	Амоніт АП-5ЖВ	Миттєве	Шахове	955	Автомобільний
17	Граніт	3,2	12	5	65	Амоніт АТ-1	Миттєве	Квадратне	620	Автомобільний
18	Кам'яне вугілля	1,9	8	14	55	Амоніт АТ-2	Короткосповільнене	Шахове	365	Залізничний
19	Доломіт	2,6	10	7	60	Амоніт скельний №1	Короткосповільнене	Квадратне	1120	Залізничний
20	Буре вугілля	1,7	6	17	45	Амонал скельний №3	Миттєве	Шахове	430	Автомобільний
21	Вапняк	2,1	8	8	50	Гранітол-1	Миттєве	Квадратне	850	Автомобільний
22	Граніт	2,9	10	17	65	Гранітол 7А	Короткосповільнене	Шахове	905	Залізничний
23	Кварцит	2,5	20	9	65	Амонал	Короткосповільнене	Квадратне	355	Залізничний
24	Антрацит	1,8	6	9	45	Динафталіт	Миттєве	Шахове	995	Автомобільний
25	Граніт	2,9	10	17	65	Детоніт 10А	Короткосповільнене	Квадратне	760	Залізничний

Порядок виконання завдання:

2.1. Розрахунок лінійних параметрів свердловин

Одним з ключових параметрів свердловини є її діаметр. Необхідний діаметр свердловини головним чином залежить від параметрів розроблюваного уступу, а саме його висоти, кута відкосу уступу та фізико-технічних параметрів порід, які власне і складають цей уступ. Формула для розрахунку діаметра свердловини (2.1) має наступний вигляд:

$$d_{\text{св}} = \frac{H_y \text{ctg} \alpha_{\text{роб}} + C}{16,5(3,2 - m)k_m} \sqrt{\rho k_{\text{вр}} / \Delta}, \text{ м} \quad (2.1)$$

$$d_{\text{св}} = \frac{7 \cdot \text{ctg} 65^\circ + 3}{16,5 \cdot (3,2 - 0,9) \cdot 1,1} \sqrt{2,8 \cdot 1,11 / 0,9} = 0,28, \text{ м}$$

де: H_y – висота уступу, приймається у відповідності до вихідних даних (м);

$\alpha_{\text{роб}}$ – кут відкосу робочого уступу, приймається у відповідності до вихідних даних ($^\circ$);

C – берма безпеки ($C \geq 3$ м);

m – коефіцієнт зближення свердловин (для вертикальних свердловин $m=0,8 \div 1,2$);

k_m – коефіцієнт, що враховує тріщинуватість масиву (для порід III категорії тріщинуватості $k_m = 0,9$, для порід IV категорії тріщинуватості $k_m = 1,1$);

ρ – об'ємна вага породи, приймається у відповідності до вихідних даних (т/м^3);

$k_{\text{вр}}$ – перевідний коефіцієнт, що враховує відносну потужність ВР, приймається у відповідності до таблиці 2.2;

Δ - щільність заряджання ВР, приймається у відповідності до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Значення густини заряджання та відносної потужності ВР

№ з/п	Найменування ВР	Густина заряджання Δ	Відносна потужність ВР ($k_{вр}$)
1	Грануліт АС-4	0,85-0,90	1,08-1,11
2	Грануліт АС-8	1,10-1,25	1,20-1,25
3	Грануліт С-2	0,90-1,10	1,20-1,25
4	Грануліт М	0,95-1,15	0,92-1,04
5	Інфазіт Т-80	1,45-1,50	1,06-1,10
6	Інфазіт Т-60	1,40-1,45	1,05-1,12
7	Інфазіт Т-40	1,40-1,46	1,00-1,05
8	Інфазіт Т-20	1,31-1,36	1,15-1,25
9	Гарбатол ТМ	1,25-1,50	1,38-1,52
10	Ігданіт	0,80-0,90	1,11-1,15
11	Ігданіт А-6	0,90-0,95	1,08-1,10
12	Амоніт 6-ЖВ	0,80-0,85	1,08-1,10
13	Амоніт 7-ЖВ	0,78-0,83	1,00-1,05
14	Амоніт 9-ЖВ	0,72-0,78	1,04-1,10
15	Амоніт АП-4ЖВ	1,00-1,15	0,78-0,90
16	Амоніт АП-5ЖВ	1,05-1,20	0,75-0,85
17	Амоніт АТ-1	0,85-0,90	0,90-1,00
18	Амоніт АТ-2	0,85-0,90	0,90-1,00
19	Амоніт скельний №1	0,95-1,10	1,05-1,10
20	Амонал скельний №3	0,85-0,95	1,08-1,12
21	Гранітол-1	0,90-0,95	0,98-1,06
22	Гранітол 7А	0,85-0,95	1,05-1,10
23	Амонал	0,95-1,15	1,12-1,18
24	Динафталіт	1,0-1,15	0,92-0,97
25	Детоніт 10А	1,10-1,13	1,10-1,12

Оскільки при бурінні свердловин їх діаметр завжди буде більшим заданого, що пояснюється нерівністю їх стінок та наявністю зазору між буровим інструментом та стінками свердловини, в разі використання порошкових чи емульсійних непатронованих ВР, діаметр заряду приймається більшим діаметра свердловини на величину розбурення (2.2):

$$d_3 = 1,05 \div 1,08 d_{\text{св}}, \text{ м} \quad (2.2)$$

$$d_3 = 1,08 \cdot 0,28 = 0,3, \text{ м}$$

Місткість одного метра свердловини, це величина, яка показує кількість ВР, яка міститься в 1 метрі погонному свердловини, при заданій щільності заряджання вибухової речовини (2.3):

$$P_{\text{св}} = \frac{\pi d_3^2}{4} \Delta, \text{ кг/м. п} \quad (2.3)$$

$$P_{\text{св}} = \left(\frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} \right) \cdot 900 = 64,61, \text{ кг/м. п}$$

де: π – математична стала, що визначається як відношення довжини кола l до його діаметра d ;

d_3 – діаметр заряду ВР (м);

Δ - щільність заряджання (кг/м³).

Лінією опору по підшві вважають відстань по горизонталі від осі заряду свердловини до відкритої поверхні на рівні підшви уступу. Для знаходження розрахункового значення лінії опору по підшві використовують наступну формулу (2.4):

$$W_p = 0,9 \sqrt{\frac{P_{\text{св}}}{q_p}}, \text{ м} \quad (2.4)$$

$$W_p = \sqrt{\frac{64,61}{0,56}} = 9,71, \text{ м}$$

де: $P_{\text{св}}$ – місткість 1 м/п свердловини (2.3);

q_p – питома витрата ВР (2.6);

За спрощеною методикою, значення лінії опору по підшві може бути пораховане як (2.5):

$$W_p = (0,5 \div 0,9)H \tag{2.5}$$

$$W_p = 0,9 \cdot 7 = 6,30, \text{ м}$$

Приймаємо значення лінії опору по підшві рівне 6,30 м.

Питома витрата вибухової речовини (2.6):

$$q_p = q^{\text{етал}} k_{\text{вр}}, \text{ кг/м}^3 \tag{2.6}$$

$$q_p = 0,5 \cdot 1,11 = 0,56, \text{ кг/м}^3$$

де: $q^{\text{етал}}$ – еталонна витрата ВР, приймається у відповідності до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Розрахункова питома витрата ВР

Найменування породи	Група ґрунтів і порід за класифікацією СНіП	Коефіцієнт міцності f за шкалою М.М. Протодяконова	Розрахункова питома витрата ВР, кг/м ³	
			для зарядів розпушення	для зарядів викиду
Пісок	I	–	–	1,6–1,8
Пісок щільний або вологий	I–II	–	–	1,2–1,3
Суглинок важкий	II	–	0,35–0,4	1,2–1,5
Глина тяглова	III	–	0,35–0,45	1,0–1,4
Лес	III–IV	–	0,3–0,4	0,9–1,2
Крейда, вилужений мергель	IV–V	0,8–1,0	0,25–0,3	0,9–1,2
Гіпс	IV	1,0–1,5	0,35–0,45	1,1–1,5
Вапняк-черепашник	V–VI	1,5–2,0	0,35–0,6	1,4–1,8
Опока, мергель	IV–VI	1,0–1,5	0,3–0,4	1,0–1,3
Туфи тріщинуваті, щільні, важка пемза	V	1,5–2,0	0,35–0,5	1,2–1,5
Конгломерат, брекчії на вапняному і глинистому цементі	IV–VI	2,3–3,0	0,35–0,45	1,1–1,4
Пісковик на глинистому цементі, сланець глинистий, слюдяний, мергель	VI–VII	3,0–6,0	0,4–0,5	1,2–1,6
Доламіт, вапняк, магнезит, пісковик на вапняному цементі	VII–VIII	5,0–6,0	0,4–0,5	1,2–1,8
Вапняк, пісковик, мрамур	VII–IX	6,0–8,0	0,45–0,7	1,2–2,1
Граніт, гранодіорит	VII–X	6–12	0,5–0,7	1,7–2,1
Базальт, діабаз, андезит, габро	IX–XI	6–18	0,6–0,75	1,7–2,2
Кварцит	X	12–14	0,5–0,6	1,6–1,9
Порфірит	X	16–20	0,7–0,75	2,0–2,2

Для забезпечення безпечних умов ведення вибухових робіт, на ряду з розрахунковим, знаходять і безпечне значення лінії опору по підосві, для цього використовують формулу (2.7):

$$W_6 = H_y \operatorname{ctg} \alpha_{\text{роб}} + C, \text{ м} \quad (2.7)$$

$$W_6 = 7 \cdot \operatorname{ctg} 65^\circ + 3 = 6,26, \text{ м}$$

При цьому, має зберігатись умова:

$$W_p \geq W_6$$

$$6,30 \geq 6,26$$

Умова виконується, отже розрахунок виконано правильно.

З метою отримання рівної підосви уступу, при проектуванні свердловин, в довжину свердловини закладають значення перебуру (2.8):

$$L_{\text{пер}} = (10 \div 15) d_z, \text{ м} \quad (2.8)$$

$$L_{\text{пер}} = 15 \cdot 0,3 = 4,54, \text{ м}$$

Довжину стовпчика набивки, можна знайти за допомогою наступного співвідношення (2.9):

$$L_{\text{наб}} = (25 \div 30) d_z, \text{ м} \quad (2.9)$$

$$L_{\text{наб}} = 25 \cdot 0,3 = 7,56, \text{ м}$$

Глибина свердловини в такому випадку становитиме суму висоти уступу та довжини перебуру (2.10):

$$L_{\text{св}} = H_{\text{у}} + L_{\text{пер}}, \text{ м} \quad (2.10)$$

$$L_{\text{св}} = 7 + 4,54 = 11,54, \text{ м}$$

Довжина стовпчика заряду ВР знаходитиметься як різниця глибини свердловини та висоти стовпчика набивки (2.11):

$$L_{\text{зар}} = L_{\text{св}} - L_{\text{наб}}, \text{ м} \quad (2.11)$$

$$L_{\text{зар}} = 11,54 - 7,56 = 3,98, \text{ м}$$

2.2. Розрахунок параметрів сітки свердловин

Відстань між свердловинами в ряду залежить від способу підривання і знаходиться за формулами (2.12) та (2.13):

- при миттєвому підриванні:

$$a = (0,8 \div 1)W_{\text{р}}, \text{ м} \quad (2.12)$$

$$a = 0,8 \cdot 6,30 = 5,04, \text{ м}$$

- при короткосповільненому підриванні:

$$a = (1 \div 1,4)W_{\text{р}}, \text{ м} \quad (2.13)$$

Для знаходження відстані між рядами зарядів використовують формули (2.14) та (2.15):

- при миттєвому підриванні:

$$b = 0,85W_p, \text{ м} \quad (2.14)$$

$$b = 0,85 \cdot 6,30 = 5,36, \text{ м}$$

- при короткосповільненому підриванні:

$$b = W_p, \text{ м} \quad (2.15)$$

2.3. Розрахунок необхідної кількості ВР

Значення необхідної кількості ВР, яку потрібно розмістити в одній свердловині для ефективного розпушення товщі гірської породи знаходиться за формулою (2.16):

$$Q = aN_y W_p q_p, \text{ кг} \quad (2.16)$$

$$Q = 5,04 \cdot 7 \cdot 6,30 \cdot 0,56 = 123,36, \text{ кг}$$

Максимально можлива кількість заряду, яка може бути розміщена у свердловині знаходиться за формулою (2.17):

$$Q^{CB} = P_{CB} L_{зар} \quad (2.17)$$

$$Q^{CB} = 64,61 \cdot 3,98 = 256,88, \text{ кг}$$

При цьому, має виконуватись умова: $Q^{CB} \geq Q$. У випадку, якщо умова не виконується, необхідно збільшити діаметр свердловини та провести перерахунок всіх даних. Якщо умова виконується, то проводять розрахунок величини розосередження заряду (2.18):

$$L_{\text{пром}} = \frac{Q^{CB} - Q}{P_{CB}} \quad (2.18)$$

$$L_{\text{пром}} = \frac{256,88 - 123,36}{64,61} = 2,07, \text{ м}$$

У випадку, коли $L_{\text{пром}}$ менше 0,5 м, повітряний проміжок не облаштувують, а значення розосередження віднімають від довжини стовпчика заряду та додають до довжини стовпчика набивки (2.19) та (2.20):

$$L'_{\text{зар}} = L_{\text{зар}} - L_{\text{пром}} \quad (2.19)$$

$$L'_{\text{наб}} = L_{\text{наб}} + L_{\text{пром}} \quad (2.20)$$

У випадку, коли $L_{\text{пром}}$ більше 0,5 м, заряд необхідно розосередити таким чином, щоб у верхній частині свердловини розміщувалось 0,25-0,35 частини довжини загального заряду (2.21) та (2.22):

$$L_{\text{зар}}^{\text{вер}} = k_{\text{роз}}(L_{\text{зар}} - L_{\text{пром}}), \text{ м} \quad (2.21)$$

$$L_{\text{зар}}^{\text{вер}} = 0,25 \cdot (3,98 - 2,07) = 0,48, \text{ м}$$

При цьому у нижній частині буде розміщено залишок заряду:

$$L_{\text{зар}}^{\text{ниж}} = (1 - k_{\text{роз}})(L_{\text{зар}} - L_{\text{пром}}), \text{ м} \quad (2.22)$$

$$L_{\text{зар}}^{\text{ниж}} = (1 - 0,25) \cdot (3,98 - 2,07) = 1,43, \text{ м}$$

Між верхньою та нижньою частинами заряду облаштовують повітряний проміжок, рівний величині розосередження заряду (2.18).

Загальна колонка заряду в такому випадку становить (2.23):

$$L_{\text{зар}} = L_{\text{зар}}^{\text{вер}} + L_{\text{пром}} + L_{\text{зар}}^{\text{ниж}} \quad (2.23)$$

У випадку, коли $L_{\text{пром}}$ перевищує значення в 3,5 м, розрахунок довжини частин заряду знаходиться за формулами (2.24) (2.25) та (2.26):

$$L_{\text{зар}}^{\text{ниж}} = \frac{2}{3} m \quad (2.24)$$

$$L_{\text{зар}}^{\text{вер}} = \frac{1}{3} m \quad (2.25)$$

$$m = L_{\text{зар}} - L_{\text{пром}} \quad (2.26)$$

2.4. Розрахунок необхідної кількості свердловин та виходу підірваної гірничої маси

Необхідна кількість свердловин в ряді, для підривання блоків, які забезпечать місячну роботу виймального устаткування (2.27):

$$n_{\text{св}}^{\text{м}} = \frac{Q^{\text{доб}} N_{\text{дн.міс}}}{K_{\text{ра}} [W + b(n_p - 1)] H_y}, \text{ шт} \quad (2.27)$$

$$n_{\text{CB}}^{\text{M}} = \frac{700 \cdot 24}{1,2 \cdot 5,04 \cdot (6,3 + 5,36 \cdot (3 - 1)) \cdot 7} = 24, \text{ шт}$$

де: $N_{\text{дн.міс}}$ – к-сть робочих днів на місяць (21 – 24 дні);

K_p – коефіцієнт розпушення породи (1,1 – 1,5);

n_p – к-сть рядів свердловин (3–5 рядів для автомобільного транспорту; 2–3 ряди для залізничного транспорту);

$Q^{\text{доб}}$ – добова продуктивність ко корисній копалині, приймається у відповідності до вихідних даних (м³/добу).

Загальна кількість свердловин, яка забезпечить місячну роботу виймального устаткування знаходиться як (2.28):

$$n_{\text{CB}}^{\text{заг}} = n_p n_{\text{CB}}^{\text{M}} \quad (2.28)$$

$$n_{\text{CB}}^{\text{заг}} = 3 \cdot 24 = 72, \text{ шт}$$

Значення фактичного об'єму гірської маси, що піддаватиметься підриванню буде становити (2.29):

$$V_{\text{Г.М}}^{\text{міс}} = a n_{\text{CB}}^{\text{M}} [W + b(n_p - 1)] H_y \quad (2.29)$$

$$V_{\text{Г.М}}^{\text{міс}} = 5,04 \cdot 24 \cdot (6,3 + 5,36 \cdot (3 - 1)) \cdot 7 = 14402,71, \text{ м}^3$$

Значення об'єму підірваної гірської маси в розпушеному стані становитиме (2.30):

$$V_{\text{Г.М.роз}}^{\text{міс}} = V_{\text{Г.М}}^{\text{міс}} K_p \quad (2.30)$$

$$V_{\text{Г.М.роз}}^{\text{міс}} = 14402,71 \cdot 1,2 = 17283,25, \text{ м}^3$$

2.5. Побудова паспорту буро-вибухових робіт

За результатами, отриманими в ході виконання розрахунків необхідно побудувати паспорт буро-вибухових робіт. На паспорті має бути позначено: відстань між рядами свердловин (а); відстань між свердловинами в ряді (b); висоту уступу (H_y); значення берми безпеки (С); значення лінії опору по підшві (W_p); глибину свердловини ($L_{\text{св}}$); висоту колонки заряду розміщеного в свердловині ($L_{\text{зар}}$); висоту набивки ($L_{\text{наб}}$); глибину перебуру ($L_{\text{пер}}$).

Приклад побудови паспорта показаний на рис. 2.2. Паспорт складається з двох частин, перша з яких являє собою план (вид зверху), на якому власне розміщена сітка свердловин, в межах уступу що підлягає підриванню. На плані задається лінія перерізу, у відповідності до якої і будується сам переріз.

Паспорт буровидбухових робіт

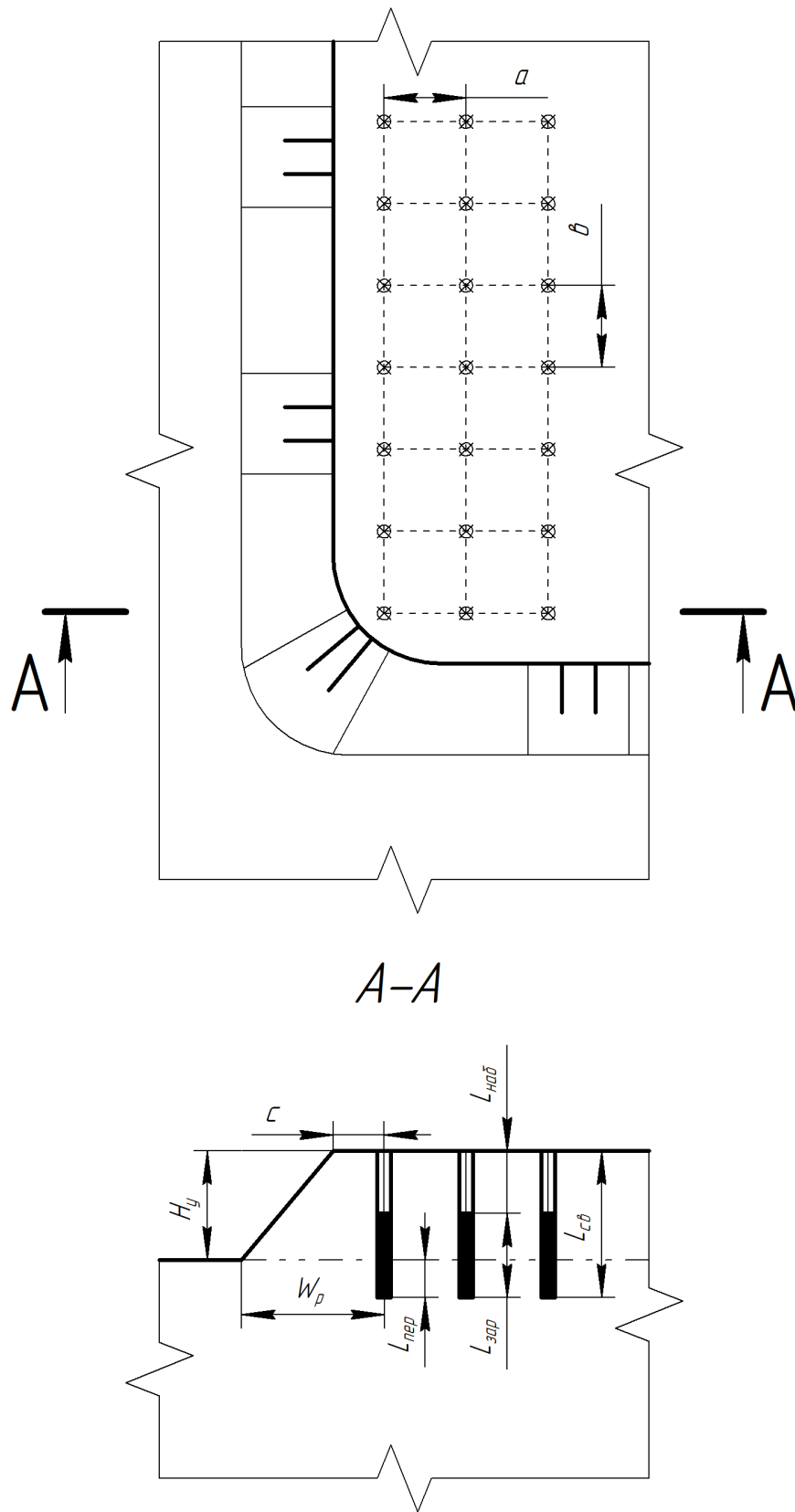


Рис.2.2. Приклад побудови паспорта буровибухових робіт